И. Г. НАЛИНИН и А. В. ЛУКАШЕВ
рабочие авторы

ПРОИЗВОДСТВО МАРГАНЦОВОЙ СТАЛИ

Техническая библиотека
Сталинградского
Комбината

ПРОВЕРЕНО
1951 г.

1933
ГОСУДАРСТВЕННОЕ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
ПО ЧЕРНОЙ И ЦВЕТНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ
МОСКВА ЛЕНИНГРАД СВЕРДЛОВСК

МЧ-25-2-3

АННОТАЦИЯ

В предлагаемой книжке рабочие авторы мартеновского цеха завода „Серп и молот“ делятся своим опытом по производству марганцевой стали на указанном заводе. Завод „Серп и молот“ является основным в СССР производителем этой имеющей огромное значение для нашей промышленности стали. Написанная чрезвычайно простым языком, понятным для рабочего средней квалификации, предлагаемая книжка явится чрезвычайно ценным пособием для работников мартеновских цехов при овладении ими техникой выплавки марганцевой стали.

Редактор И. М. Лейкин. Техн. редактор Я. И. Лев

Госметаллургиздат № 148. Индекс МЧ-25-2-3. Тираж 3 000. Сдано в набор 22/XI—33 г. Подп. в печ. 26/XII—33 г. Форм. бумаги 82×110. 1 лист. 4. Бум. лист. 2. Печатн. зн. в бум. листе 158 400. Заказ Уполномоч. Главлита № В-62271. Выход в свет январь 1934 г.

3-я тип. ОНТИ им. Бухарина. Ленинград, ул. Моисеенко, 10.

От редакции

Марганцовая сталь благодаря своим исключительным ойствам с каждым годом находит все большее и большее именение в разнообразных отраслях промышленности. К жалению, метод производства этой стали довольно сложен, лишь немногие заводы Союза до настоящего времени ос- или производство этой стали. К этим заводам, в первую редь, относится завод «Серп и молот» в Москве, успешно ладевший методом производства марганцовой стали и оизводящий высококачественную марганцовую сталь, не тупающую по своим качествам заграничной. Поэтому обенно полезной является предлагаемая книга двух рабо- х-авторов мартеновского цеха завода «Серп и молот», Калинина и Лукашева, в которой последние делятся своим ытом по производству марганцовой стали. Мы надеемся, о эта книга поможет и работникам других заводов осво- ть производство марганцовой стали и удовлетворить расту- ую потребность нашего Союза в ней.

Глава первая

I. Общие сведения о марганцовой стали

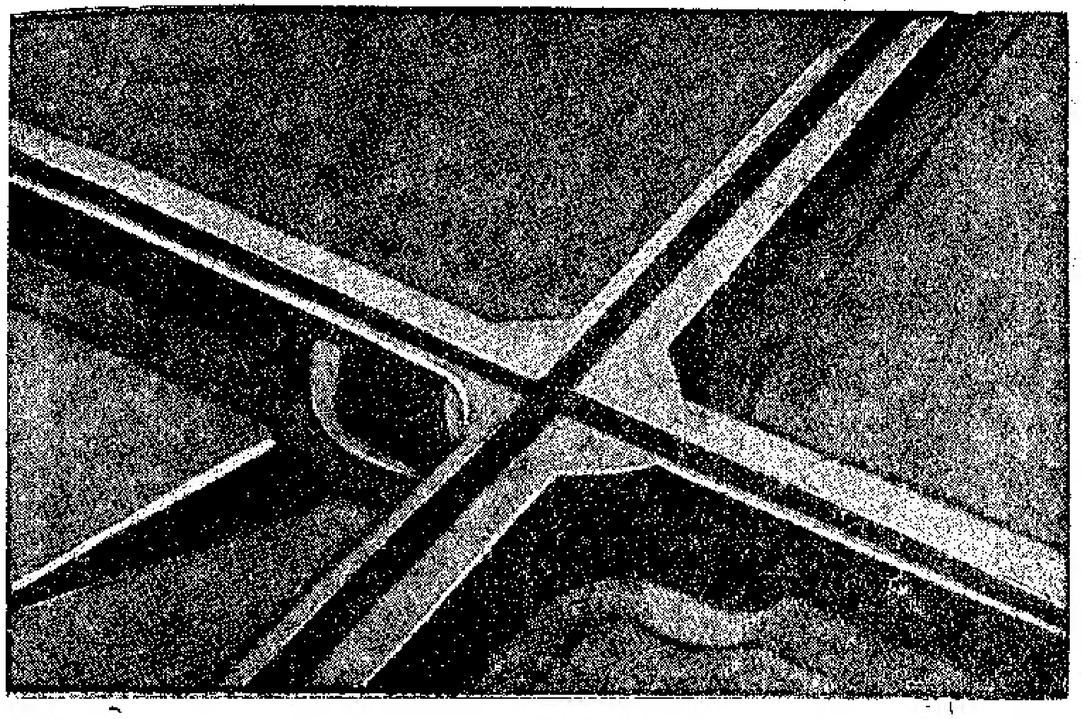
Сталью Гадфильда называется марганцовая сталь, сод
жащая высокий процент марганца (10—14,5%). Назва
свое эта сталь получила по имени английского ученого Г
фильда, которым она впервые была открыта в 1888 г.

По своим свойствам марганцовая сталь резко отличае
от других углеродистых сталей. Она имеет значител
больший удельный вес, чем обыкновенная углеродис
сталь, обладает худшей теплопроводностью, почти в
раза меньшей чем углеродистая сталь, что очень важно
разливе этой стали и нагреве в нагревательных печах п
катного цеха.

Но основным свойством этой стали, благодаря которо
она получила такое широкое распространение, является
чрезвычайно высокое сопротивление истиранию. Здесь
тересно отметить следующее явление: сопротивление ста
истиранию возрастает с увеличением нагрузки. Чем с бо
шей силой мы на сталь нажимаем или ударяем по ней, т
она становится тверже и лучше сопротивляется истирани
Этим же объясняется и трудность, с какой марганцов
сталь поддается механической обработке, так как при
жиме на эту сталь резцом твердость ее сильно возраста
и нормальный резец не может ни строгать, ни точить,
обрабатывать ее — это можно проделать только резцами
особого твердого сплава — видиа. Обычно отливки из ма
ганцовой стали из-за невозможноти ее обработать толь
зачищаются наждаком и в таком виде идут в работу.

Марганцовая сталь отличается от обычной углеродист
стали еще одним свойством. Если обыкновенную углерод
стую сталь закалить, т. е. нагреть до известной температур
а затем быстро охладить, например замочив в воде, то пос
этого сталь становится значительно более хрупкой и тв
дой. Марганцовая же сталь, наоборот, после закалки ста
вится более вязкой и лучше сопротивляется истиранию
разрыву. Поэтому изделия из марганцовой стали употреб
ют всегда закаленными. Нужно здесь отметить еще од

собенность марганцовой стали — это большую усадку,
акую она дает при переходе из жидкого в твердое состоя-



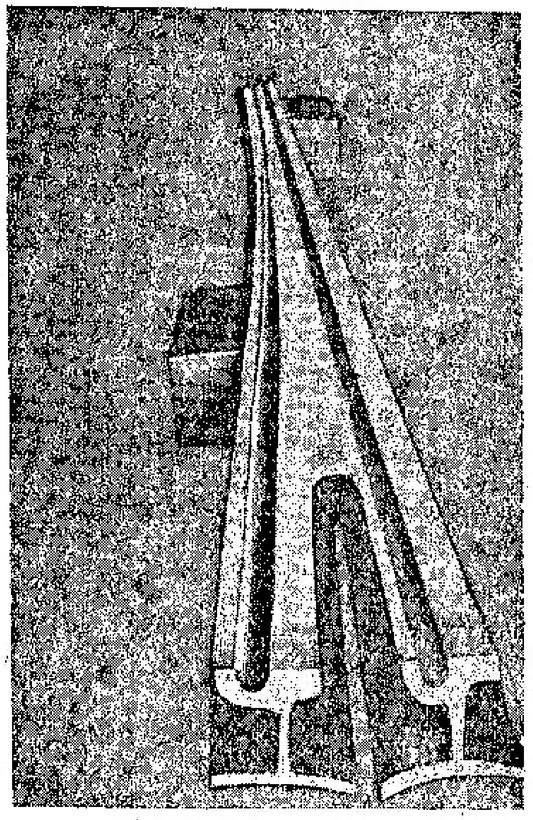
1. Крестовина из марганцовой стали.

ие (до 3%), почти в два раза большую чем в обычной стали.
этим ее свойством нужно особенно считаться при изгото-
лении из нее фасонного литья.

В силу указанных свойств
марганцевая сталь нашла ши-
рокое применение в отдель-
ных отраслях промышленно-
сти.

Рельсовые крестовины,
контррельсы; щеки камнедро-
билок, шары для мельниц,
размалывающих твердые ве-
щества, шестерни лемеха для
тракторных и конных плугов,
детали эскаваторов, разливоч-
ных машин и вообще все пред-
меты, подвергающиеся боль-
шому истиранию, в настоящее
время изготовляются из мар-
ганцовой стали.

Экономическое значение
марганцовой стали в промыш-
ленности велико; понять его



2. Стрелка на марганцовистой стали.

можно хотя бы из таких примеров: железнодорожная ре
совая крестовина, изготовленная из обычной углеродист
стали, служит около одного года, крестовина же, изгото
ленная из марганцовой стали, не менее трех лет; шестер
отлитая из марганцовой стали, служит в десять раз доль
шестерни, изготовленной из обычной углеродистой стал

Как мы уже говорили, марганцовая сталь почти сове
шенно не поддается механической обработке в холодн
виде, и поэтому все детали отливаются из марганцовой с
ли в готовом к употреблению виде и лишь слегка обраба
ваются на наждачном круге. Горячую обработку марган
вая сталь хорошо воспринимает. Если она хорошего ка
ства, то при условии строгого соблюдения температурно
режима и главным образом хорошего оборудования пр
катных цехов она хорошо прокатывается.

2. Методы производства марганцовой стал

Хотя марганцовая сталь имеет уже довольно долгую ист
рию (впервые она была получена Гадфильдом на заводе
Шеффильде, в Англии), — до настоящего времени еще н
стандартного метода ее приготовления, и применяется мн
го способов ее изготовления. Остановимся на основных сп
собах, применяемых в настоящее время.

Производство в бессемеровском конверторе

В бессемеровский конвертер заливается жидкий чугу
перерабатывающийся (продувкой воздуха) в мягкое желез
Одновременно с этим в тигле расплавляется соответствук
щее количество ферромарганца. Расплавленный феррома
ганец заливают в конвертер, где к этому времени чугун уж
превратился в мягкое железо. Останавливают дутье. Выде
живают металл несколько минут для лучшего перемешив
ния железа с ферромарганцем и для получения однородн
го металла, раскисляют сталь ферросилицием, сливают
ковш и разливают по опокам. Такой метод изготовлени
применяется только на заводах, где сталь (главным образо
для фасонного литья) изготовляется способом малого бе
семерования в конвертерах с боковым дутьем, так называ
мых конвертерах Гропенаса. У нас, в СССР, таким способо
сталь Гадфильда изготовляется на Торецком заводе.

Производство в мартеновской печи

При этом нужно различить два способа: метод приготов
ления марганцовой стали присадкой твердого ферромарга

а в печь и смешиванием приготовленной в мартеновской
ечи мягкой стали с расплавленным ферромарганцем. Сущ-
ость этого метода заключается в следующем: в мартенов-
кой печи ведется плавка на мягкое железо; одновременно в
ругой печи (электрической, вагранке или какой-нибудь
ругой) соответствующего тоннажа расплавляется ферро-
арганец; при расплавлении ферромарганец должен быть
окрыт слоем шлака, в противном случае получается чрез-
ерное окисление ферромарганца и большой угар.

Изготовление стали ведется так же как и обыкновенная
лавка на мягкую сталь, но принимаются меры к тому, чтобы
олучить сталь, по возможности чистую по фосфору и луч-
е раскисленную.

Когда ковш с расплавленным ферромарганцем подан к
олобу печи, необходимо быстро выпустить в него сталь.
труя стали, выходящая из печи, с силой вливается в ковш и
орошо перемешивается с расплавленным ферромарганцем.
то же время в ковш дается ферросилиций и алюминий для
аскисления.

Таким способом изготовляли марганцовую сталь на за-
оде «Красное Сормово».

Преимущества этого метода заключаются в меньшем
гаре сравнительно дорогого ферромарганца, в особенности
сли он расплавляется в электрической печи, в которой угар
еталла очень незначителен (1—2%). Затем при этом спо-
обе в значительной степени повышается производитель-
ость мартеновской печи за счет ускорения хода плавки,
ак как при даче уже жидкого ферромарганца не затрачи-
ается время на его расплавление в мартене. К недостаткам
того способа нужно отнести некоторую громоздкость обо-
удования; вместо одной мартеновской печи нужно иметь
ва агрегата: один для получения стали и второй для рас-
лавления ферромарганца. Затем при этом способе полу-
ается сильно перегретый металл, так как его приходится
озможно дольше выдерживать в ковше после смешения с
асплавленным ферромарганцем, и выпущенный в сталь
ерромарганец всегда бывает покрыт слоем шлака, а когда
ковш выпускают сталь, то одновременно с перемешиванием
еталла с ферромарганцем происходит перемешевание
еталла со шлаком. В таком случае металлу после сливания
ужно дать хорошо отстояться: при спокойном положении
еталла частицы шлака и вообще все неметаллические вклю-
ения как более легкие вещества всплывают на поверхность
еталла. В противном случае в металле (в слитках) полу-

чается много неметаллических включений, и такой ме идет в брак.

Еще как на один из недостатков указанного метода готовления марганцовой стали нужно указать на трудн регулировать состав стали из-за невозможности точно о делить количество стали, выпущенной из мартеновской п На заводе Круппа, где наряду с методом получения мар цовой стали с помощью твердого ферромарганца, пр няется и способ работы с расплавленным ферромарган Для получения точного состава работа ведется следую образом: сливают в ковш жидкий ферромарганец и ст этот ковш на весы; в другой ковш сливают сталь из ма новской печи, а затем из ковша со сталью наливают в с щий на весах ковш с ферромарганцем определенное по количество стали и тем достигают точной дозировки с и ферромарганца.

В основном марганцовая сталь как у нас, та загранicей изготовляется в основных мартен ских печах и электропечах.

Большая часть марганцевой стали изготовляется в м теновских печах, потому что она гораздо дешевле мартен ской стали, изготовляемой в электропечах, где она прио тает лучшие качества. Кроме этого электропечи менее п изводительны. Если правильно вести процесс плавки мар цовой стали в мартеновской печи, то сталь получается до точно хорошего качества.

Следует различать два метода получения марганцо стали в мартеновских печах: 1) способ получения стал присадкой в печь твердого ферромарганца (в кусках) 2) с присадкой жидкого ферромарганца (в расплавленном де). На заводе «Серп и молот» марганцовая сталь изго вляется в основных мартеновских печах с дачей тверд ферромарганца в печь.

3. Развитие производства марганцовой стали на заводе „Серп и молот“

Производство марганцовой стали на заводе «Серп и лот» началось в 1927 г. Опыты по производству этой ст начались в 4-тонной мартеновской печи № 7. Первые удачные попытки не могли погасить энтузиазма специа стов и рабочего коллектива цеха. Первые плавки вели и Н. Б. Родзевич и старый опытный сталевар И. П. Сомов.

После того как металл доводился до нужного состава печь начинали давать ферромарганец небольшими куска

сле этого в печь задавался сильный жар, ферромарганец сплавлялся, затем вводилась новая порция ферромарганца т. д.

По химическому анализу первые марганцовые плавки от-али требуемому составу, но все-таки весь материал шел в ак. Все отлитые детали, в особенности рельсовые кресто-ны, после раскрытия опок оказывались порванными, хотя формовка была сделана самым тщательным образом. рмовочная земля составлялась с известным процентом афита, что значительно повышает качество формовки и е-таки несмотря на это все отлитые детали шли в брак. рокатка марганцовой стали в то время также не удавалась. Кроме того продолжительность плавки была очень высо-й, до 7—9 час. на четырехтонной печи. С того времени одолжительность марганцовой плавки сокращена на 40 — % и на четырехтонной печи доведена до 3 ½ — 4½ час. льшую долю заслуги в этом нужно отдать инженерно-тех-ческому персоналу цеха и сталеварам печи № 7.

Дело здесь в следующем: от непосредственного введения лодного ферромарганца прямо в ванну металла последняя льно охлаждалась. После того как первая порция задан-го в печь ферромарганца расплавлялась, задавалась вто-я порция, отчего металл снова загустевал и т. д.

Было предложено вместо введения в печь кусков ферро-рганца в холодном виде подогревать их на пороге печи малиновокрасного цвета и затем сталкивать в ванну. ким образом удалось сократить продолжительность плавки 2½ час., но от этого еще не уменьшился брак отливок. В льнейшем и эта задача была удачно разрешена коллекти-м мартеновского цеха. В чем тут было дело, будет сказано же.

По мере накопления практического опыта, а также освое-я технологического процесса марганцовой плавки уже в 28 г. производство марганцовой стали с четырехтонной чи № 7 было перенесено на 15-тонную печь № 5 и 10-тон-ю № 6. К этому же времени относятся первые успешные пытки прокатки марганцовых слитков.

Быстрый рост нашей промышленности предъявлял к за-ду «Серп и молот» все больший и больший способ на мар-цовые изделия, что заставило в 1931 г. перенести произ-дство марганцовой стали с 15-тонной печи № 5 на 44-тон-ю. Сейчас завод «Серп и молот» изготовляет марганцовую аль на печи любого тоннажа как для проката, так и для сонного литья и, по праву, считается основным заводом юза, изготовляющим эту сталь.

Освоение производства марганцовых сталей имеет п
мадное значение для Советского союза. Марганцовая ст
необходима для нужд нашей растущей промышленност
транспорта, и поэтому раньше ее приходилось ввозит
большом количестве из-за границы и платить за нее зо
том.

Следует отметить, что марганцовая сталь, изготовляе
на заводе «Серп и молот», по своему качеству нисколько
уступает заграничной и в некоторых случаях превос
дит ее.

Глава вторая

1. Шихта и шихтовка марганцовой плавк

В состав шихты для марганцовой плавки входят прим
но все те же элементы, которые употребляются при изгот
лении обыкновенной углеродистой стали: всевозможные
годные детали машин, кровельное железо, старые рель
отходы своего производства, как например прибыля от
сонного литья, негодные отливки, отходы проката, брак
прокате.

При подборе шихты нужно брать железный лом не оч
ржавый, чтобы не вводить в ванну лишних окислов; по эт
же причине не рекомендуется давать в шихту кровель
железо, хотя бы и спрессованное в пакеты, и стружку,
как эти материалы, помимо того что они обычно сами по
бе сильно окислены (ржавые), попадая в печь, еще силь
окисляются вследствие своей большой поверхности, уве
чивая угар (меньший выход годного), и насыщают ва
окислами, являющимися, как мы увидим дальше, сам
большим злом при ведении марганцовой плавки. Кроме т
скрап и стружка нежелательны для марганцовой плавки е
и по другой причине. Эти элементы, как мы только что у
зывали, сильно повышают угар металла, затрудняя, так
образом, правильное определение количества ферромарг
ца, необходимого для плавки. Суждение же, как это ни
будет указано, о содержании марганца в металле по проб
относительно, следовательно, повышение угара приводит
увеличению процента непопадания в анализ по содержан
марганца в металле. При шихтовке нужно также следить
тем, чтобы не попадались отходы железа, богатые фосфор
(например отходы гаечного железа).

Чугун, идущий в состав шихты для марганцовой ста
нужно подбирать более чистым по фосфору, не более 0,1

особенности это необходимо при выплавке стали в таких
артеновских печах, в которых нельзя снимать шлак, напри-
ер, если уровень металла стоит значительно ниже порога
абочего окна, который не всегда удается подломать до
ровня металла, что необходимо при скачивании шлака. Бо-
атый фосфором лом чугунного литья также не следует да-
ать при шихтовке.

Содержание серы в чугуне особого значения не имеет:
ысокое содержание марганца в марганцовой стали гаранти-
ует низкое содержание серы даже при несколько повышен-
ом содержании ее в чугуне. В действительности содержа-
ние серы в марганцовой стали редко превышает 0,015%, а
аще всего бывает даже ниже 0,010%.

Шихта должна составляться с таким расчетом, чтобы со-
ержание углерода в ванне по расплавлении было 0,7 —
,9%, т. е. на 0,6—0,8% С больше, чем в конечном анализе
еталла к моменту дачи ферромарганца. Нужно сказать, что
ти цифры в зависимости от тепловой мощности печи и чи-
тоты чугунов по фосфору могут колебаться. Они нам нуж-
ы для того, чтобы гарантировать нормальное кипение ван-
ы в течение 1½ час. (для 40-тонных печей) и хороший на-
рев металла за это время, а кроме того следует иметь в за-
асе некоторое количество углерода, чтобы можно было
ать необходимое для правильного скачивания шлака коли-
ество руды. Если печь работает недостаточно горячо, то,
стественно, для нагрева металла требуется не полуторача-
овое кипение ванны, а больше, следовательно, нужен и
ольший запас углерода. То же самое бывает при примене-
ии чугунов с повышенным содержанием фосфора. Для уда-
ения повышенного количества фосфора придется скачивать
ольшее количество шлака, следовательно, давать под шлак
большее количество руды. Значит, и в этом случае нам не-
бходим больший запас углерода.

При печах средней тепловой мощности и обычном пере-
ельном чугуне процент чугуна в шихте составляет при-
ерно 33—35%.

Расчетное содержание марганца в шихте должно быть
около 1,5%. Если содержание марганца в чугуне и желез-
ой части шихты не гарантирует этого процента марганца в
ихте, то в шихту необходимо добавить соответствующее
см. расчеты) количество зеркального чугуна или отходов
арганцовой стали.

Зеркальный чугун содержит 15—20% Mn, а марганцовые
тходы 10—13% Mn.

Известняк, предпочтительнее извести, должен даваться в

завалку в достаточном количестве, чтобы по расплавл
шихты получить достаточное количество хорошо разр
танного шлака, которое гарантировало бы при скачив
более полное удаление вредных примесей из металла. Да
же известь для наводки шлака непосредственно перед
чиванием шлака, после расплавления металла, нежелате
так как это затягивает плавку, затрудняет процесс ска
ния, ухудшается использование извести, что вызывает
вышение ее расхода.

Количество даваемого в завалку известняка при норм
ном чугуне составляет примерно 6% от веса всей мета
ческой завалки, если же в завалку дается известь, то
4½% (в зависимости от степени ее обжига)

Выше мы говорили, что марганцовая сталь норма
должна быть следующего состава 0,85 — 1,30% C;
0,12% P; 10,5—14,5% Mn; до 0,03% S и 0,3—0,6% Si.
занное количество марганца вводится в металл ферромар
цем. Угар марганца составляет примерно при принятом
заводе «Серп и молот» способе около 15—17%, а пот
его дают примерно при употреблении 72—78% ферро
ганца около 15—17% от веса всей металлической зав
(примерный расчет см. далее). Для 44-тонной печи это
ставит 7,5 — 8,0 *т* ферромарганца.

Чем ниже содержание углерода в марганцовой стали
нечно, до известных пределов), тем выше качество ст
Преемлемое отношение содержания углерода к содержа
марганца для получения стали хорошего качества нем
менее 1 : 10, например, если содержание марганца в ст
равно 12,5%, то углерода в ней должно быть не менее 1,2
Высокое содержание углерода в марганцовой стали об
няется содержанием в ферромарганце 6—7% C, почти
выгорающего из-за высокого содержания в стали марга
(подробно об этом — см. расчеты).

Содержание фосфора в стали по возможности дол
быть меньше. Высокий процент фосфора (0,8—0,12%
этой стали объясняется высоким содержанием фосфора
вводимом терромарганце, до 0,6%.

Количество кремния составляет 0,3—0,6%. Более низ
процент применим для стали, идущей в прокатку, и бо
высокий — для стали, идущей в фасонное литье. Повыш
ный процент кремния повышает способность стали проти
стоять истирающим воздействиям, но ухудшает обраба
ваемость этой стали, в том числе прокатку и штамповку.
держание серы, как мы уже говорили, в марганцовой ст
минимально — редко превышает 0,01%.

Перейдем непосредственно к процессу ведения марганцо-
ой плавки.

Подготовка печи к плавке

При ведении марганцовой плавки особое внимание нуж-
обратить на состояние выпускного отверстия.

Заправочный материал при марганцовой плавке очень ча-
то заваривается, и выпускное отверстие с трудом удается
робить. Поэтому перед началом марганцовой плавки вы-
ускное отверстие нужно привести в нормальное состояние:
но должно быть совершенно чистым, без козлов, достаточ-
ого диаметра.

При выпуске плавки из неисправного отверстия, если и
дастся его пробить, металл пойдет тонкой струей, сильно
ри этом охладится и образует на дне ковша корку застыв-
его металла (козел), и такую плавку мы не сумеем раз-
ить: будет прихвачена пробка, а вся плавка пойдет в брак.

Металл при медленном ходе по жолобу может застыть в
оследнем, замазать выпускное отверстие и вывести печь на
екоторое время из строя. При таких вынужденных задерж-
ах плавки учащаются случаи непопадания в анализ и
роме того ухудшается качество металла из-за обогащения
еталла окислами при такой вынужденной выдержке в печи.
Приведем аналогичный пример из практики. У нас на заводе
ри выпуске марганцовой плавки с 44-тонной печи № 2 из-
а плохого состояния отверстия металл при выпуске шел
чень тонкой струей. По мере уменьшения струи металл на-
ал застывать с самого конца жолоба и образовывать нарос-
ы металла. Так как задержать струю металла было невоз-
ожно, то металл, постепенно наполняя жолоб, застыл в нем,
акупорил выпускное отверстие, и ход металла из печи сам
обой прекратился. Для ликвидации аварии пришлось по-
редством 60-тонного электрического мостового крана заце-
ить застывший металл в жолобе и тихо раскачивать. После
овольно длительной и упорной работы и многократного
брыва цепей козел удалось вырвать. К жолобу был подан
овый ковш, отверстие прожгли кислородом, и металл уда-
ось благополучно разлить. Эта авария, окончившаяся срав-
ительно удачно, может служить примером, какую огром-
ную роль играет выпускное отверстие в варке марганцовой
тали в мартеновских печах.

Если выпускное отверстие в полном порядке, нужно бы-
тро осмотреть подину печи, убедиться в ее исправности
(полное отсутствие ям и всевозможных наростов), заправить
ечь и приступить к завалке.

Заправка печи под марганцовую плавку произво
так же, как и под простую плавку, т. е. задняя стена
заправляется бросанием на нее доломита или магнезита
патами вручную, а столбы и откосы заправляются при
мощи специальной заправочной ложки. Для марган
плавки подину лучше заправлять доломитом, а не маг
том, чтобы не получить слишком густых шлаков.

Весь ход марганцовой плавки можно разделить на
ре основных периода: 1) завалку, 2) расплавление мет
3) скачивание шлака и кипение металла и 4) дачу ферро
ганца и раскисление его.

Все эти периоды находятся между собой в тесной с
и ненормальность одного периода, так же как и при в
обычной углеродистой стали, вызывает ненормальн
другого периода. При замедленном плавлении металл
неет примесями кремния, марганца и углерода, от чего в
статочной мере сокращается период кипения металла.
довательно, металл к моменту введения в него ферро
ганца получается нераскисленным, недостаточно нагре
(в некоторых случаях приходится делать присадку) и б
тым газами. Переокисленность металла очень губительно
зывается на качестве марганцовой стали. Холодный ме
тормозит скорость расплавления в нем ферромарганц
все вместе затягивает продолжительность плавки и пони
ет качество готового продукта.

3. Завалка

Процесс завалки для марганцовой плавки ничем не
личается от такового для плавки обычной углеродистой
ли. Все правила в отношении скорости завалки шихты,
рядка завалки составных частей шихты, железа, чугуна
вестняка или извести, регулировки воздуха и мазута (га
и др., которых следует придерживаться для обычных п
вок, должны соблюдаться и при ведении мараганцовых п
вок. Здесь нужно отметить только одну разницу. Так как
время кипения приходится вводить в плавку для введе
в металл нужного по анализу процента марганца (10—14
до 20% ферромарганца, то количество чугуна и железа,
торые заваливаются в печь, соответственно меньше, прим
но также на 20%. По этой причине сокращается продолж
тельность завалки при марганцовых плавках.

В последнем случае нужно отдать предпочтение тако
порядку завалки, при котором чугун загружается пове
железа, так как этим, помимо всего прочего, мы предох

м железо от излишнего угара и обогащения металличе-
й ванны окислами. Это имеет особое значение, как уви-
и далее, для всего дальнейшего хода плавки и качества
учающейся марганцовой стали. Уменьшение завалки дает
зможность равномернее распределить шихту по всей по-
не печи, что значительно сокращает время расплавления
ихты.

Плавление

Плавление шихты марганцовой плавки несколько легче
сти, чем плавление шихты углеродистой плавки. Обычно
о протекает несколько быстрее, потому что сама порция
валки на 20—25% меньше обычной завалки; кроме того,
к как завалка длится меньше, за время завалки печь не
ладится в такой степени, как она охлаждается при полно-
ной завалке на углеродистую сталь.

При плавлении любого металла в мартеновских печах
бходимо соблюдать определенные правила и определен-
й режим.

1. Не заваливать шихту по подине отдельными кучами,
распределять ее равномерно по всей подине.

2. Все время следить за количеством и давлением пода-
емого в форсунку воздуха, необходимого для распыливa-
ия мазута в рабочем пространстве печи. Нормально давле-
е воздуха должно быть от 2,5 до 4 *ат*. Если давление воз-
уха ниже указанного, то мазут плохо распыливается в ра-
очем пространстве печи, и сгорание получается неполным.
асход топлива при этом увеличивается, а температура ра-
бочего пространства печи понижается.

3. Хорошо отрегулировать подачу мазута в форсунку.
ри хорошо отрегулированной подаче мазута и нормальном
авлении воздуха в печи получается окислительное пламя,
ак называемое «острое пламя» — пламя полного сгорания.
авать в печь излишнее количество воздуха не следует, так
ак этим температура печи понижается и расход топлива по-
ышается.

Иногда при завалке, в особенности когда подают плохо-
качества шихту (стружка или мелкий кусок), или при не-
равильном распределении шихты по подине, металл, как
оворят «зализывается», т. е. оплавляется сверху и спека-
тся в большую глыбу Язык пламени, попадая на кусок, об-
ивает его и как бы лижет металл. Расплавление такой опла-
ленной массы идет очень медленно.

Здесь нужно быть очень осторожным. Некоторые стале-

вары, стараясь расплавить этот «зализанный» комок, де
на нем язык пламени до окончательного его расплавл
затем уже только переводят газ на другую сторону.

В результате работающая насадка регенеративной к
ры остывает ниже положенной температуры, холодный
дух, проходя через нее, не нагревается в должной м
от чего температура печи понижается.

В подобных случаях лучше оставить под газом часть
расплавленного металла и перевести газ на другую стор
Это дает возможность иметь равномерный нагрев насадо
не допускать в печи резкого колебания температуры.

Первым начинает плавиться чугун. Чугун, еще не при
ретая бледно-красного цвета, уже с краев начинает опл
ляться. Плавление чугуна идет очень энергично. В то вре
как железо при плавлении стекает мелкими каплями на
дину печи, чугун плавится и стекает ручьем. К моменту по
ного просветления в рабочем пространстве печи чугуна
твердом состоянии обычно никогда не остается.

После этого оставшееся железо начинает плавиться
стрее, потому что температура самой печи к этому моме
становится достаточно высокой; кроме того к этому вре
ни уже начинается выгорание примесей чугуна, главн
образом кремния и марганца, что сопровождается выде
нием большого количества тепла. Температура расплавл
ного металла начинает повышаться и способствовать
стрейшему расплавлению остающегося железа. В неко
рых случаях на поверхности металла не видно никак
признаков нерасплавленного металла, т. е. зеркало
талла получается ровным и как будто бы начинает закипа
но на самом деле металл еще не расплавился. Чаще все
такое явление можно наблюдать при конце кампан
печи или же при первых плавках на печах, только
вышедших из капитального ремонта, подина котор
еще не успела хорошо прогреться. При этом очень лег
впасть в ошибку и преждевременно принять меры к уск
рению энергичного закипания металла (дать руду или пр
ступить к скачиванию шлака) в тот момент, когда час
металла на подине печи остается еще нерасплавленной. П
следствием такой поспешности может быть необходимос
подсадки чугуна и затяжка плавки. Поэтому, прежде че
приступить к скачиванию шлака или к даче руды, необх
димо убедиться в окончательном расплавлении шихты, пр
ведя по подине ломом или кочергой. Очень часто наблюд
ется следующее явление: после скачивания шлака, а чащ
всего до скачивания его в какой-нибудь части ванны метал

нает сильно бурлить и большими всплесками выбрасы-
ся на поверхность ванны, как говорят, «вырабатывает с
ины». Это явление служит доказательством, что на по-
е есть еще нерасплавленный металл.

Характерны признаки кипения, по которым заранее мож-
удить о дальнейшем ходе плавки, после окончательно-
расплавления металла.

Если после окончательного расплавления металла поверх-
ть ванны (шлака) красноватого цвета и на ней появля-
я белые пузырьки, можно предсказать, что металл
ет крепким, т. е. содержать достаточно углерода. Обыч-
эти белые пузырьки, появляющиеся очень быстро, чрез-
айно подвижны и быстро лопаются.

Если же после расплавления металла ванна покрывает-
густой пучащейся пеной, после осаждения которой по-
ются мелкие пузырьки, то можно предсказать, что ме-
содержит недостаточно углерода и недостаточно на-
. Обычно такие пузырьки начинают появляться на сре-
е ванны и выделяются очень медленно. В некоторых слу-
металл может быть достаточно крепким (содержит до-
точное количество углерода), но пена на поверхности ван-
поднимается на такую высоту, что начинает вытекать из
очих окон печи. Это явление объясняется недостаточной
пературой металла; шлак при этом получается густой,
оподвижный, и выделяющиеся газы сильно его пучат;
иод плавления при этом сильно затягивается, и металл
но окислен и холоден. В этом случае нужно поддержи-
ь температуру в печи как можно выше, а если проба ме-
ла показывает низкое содержание углерода, надо тут же,
дожидаясь дальнейшего выгорания его, дать посадку чу-
а (штыкового или зеркального).

Скачивание шлака и кипение

Началом периода кипения можно считать момент окон-
ельного расплавления металла. Признаком начала кипе-
я не обязательно должно быть энергичное появление пу-
рей на поверхности ванны. В некоторых случаях на по-
хности ванны пузырей может быть не видно, но все же
т момент уже можно считать началом кипения, например,
да в металле после его окончательного расплавления со-
жится большой процент марганца. В этих случаях на по-
хности металла может не быть пузырей, так как при та-
м высоком содержании марганца выгорание углерода про-
ходит в очень незначительной степени. Иногда по рас-

Технический Библиотека

плавлении металла бывает очень густой шлак, маскиру
внешние признаки кипения металла.

После окончательного расплавления металла и на
в печи достаточного количества шлака нужно дать
прокипеть 10—15 мин. и приступить к скачиванию ш
Если шлака в печи мало, то предварительно следует е
вести, дав в печь известь. Для марганцовых плавок
вание шлака обязательно, так как для получения ме
хороших качеств необходимо иметь в нем минимальн
держание фосфора. В марганцовой стали фосфор
определенного предела не менее вреден, чем в
родистой стали. Если почему-либо нельзя скачивать
например: подина очень низка, или, наоборот, п
рабочих окон высоки, и нельзя их подломать, то нужн
ранее составить шихту из чугуна и железа с минимал
содержанием фосфора, с тем чтобы и без скачивания ш
к моменту доведения металла до содержания 0,1% C
в металле не более 0,03—0,04% P.

Скачивание шлака при марганцовых плавках ведетс
же как и при углеродистых, т. е. перед скачиванием ш
нужно дать во все окна железную руду, прикрыть газ
температура металла это позволяет, с тем чтобы пол
окисленный пенистый шлак, который самотеком выходи
из рабочего окна в шлаковницу. Эти условия обеспечи
максимальное удаление фосфора со скачиваемым шла

Скачиваемый шлак должен быть средней густоты; пр
стом шлаке дается плавиковый шпат для его разжиж
Операцию скачивания шлака нужно проводить возм
скорее. При правильном скачивании шлака почти в
можно добиться содержания фосфора после этой опер
не более 0,03—0,04%. Если же после скачивания содерж
фосфора будет все-таки высоким, 0,07—0,08% и боле
нужно вторично навести и скачать шлак (для такой
рации нужно иметь в металле достаточный запас углер

Количество железной руды, которое дается во время
чивания, должно сообразовать с содержанием углерода
талле. Вообще, как правило, при скачивании шлака ну
дать максимальное количество руды, с тем чтобы во в
кипения дать всего лишь несколько мелких порций руд

После скачивания шлака наводится известью но
шлак. Этот шлак должен быть средней густоты. Правил
проведение периода кипения является чрезвычайно важ
фактором для получения марганцовой стали высокого
чества. Кип должен быть энергичен. Ванна по всей с
поверхности должна хорошо кипеть, что гарантирует

равномерный нагрев ее и минимальное содержание в
лле газов к моменту дачи ферромарганца. Для поддер-
ия такого кипа нужно все время следить за физическим
оянием шлака, регулируя его консистенцию дачей пла-
вого шпата (при густом шлаке) или извести (при жид-
. Руду во время кипения нужно давать несколькими
кими порциями, что, помимо ускорения выгорания угле-
, способствует более энергичному кипению.

Железной руды следует давать в металл ограниченное
чество, иначе очень легко переокислить металл, что мо-
вызвать ухудшение качества марганцовой стали. Дачу
анну руды следует прекратить за 35—45 мин. до дачи
ромарганца, т. е. приблизительно при содержании в ме-
е 0,30—0,25% C.

Все время нужно следить за тем, чтобы содержание мар-
а в металле не опускалось ниже 0,30%, в противном слу-
придется добавлять в ванну ферромарганца. Во время
ения печь должна быть горячей, чтобы получить доста-
но нагретый металл.

Содержание углерода, марганца и фосфора контроли-
тся, кроме обычных проб на излом, химическим экспресс-
изом (где имеется соответствующая лаборатория).

Металл доводится до содержания 0,10—0,8% C, после
приступают к даче ферромарганца. К концу доводки
алла, примерно начиная с 0,2—0,17% C, нужно постепен-
обавлять в печь известь, чтобы сгустить шлак для полу-
ия там перед дачей ферромарганца более густого шлака,
при обычных плавках.

Доводить металл до еще более низкого содержания угле-
а (ниже 0,08%) не следует, так как при таком содержа-
углерода может получиться нездоровый, богатый окис-
металл, с отрицательными последствиями на весь даль-
ший ход плавки.

третья

ведение ферромарганца

Прежде чем описывать порядок введения в печь ферро-
анца, скажем несколько слов о важнейших условиях,
печивающих высокое качество марганцовой стали.
но хорошо помнить, что для получения здорового, не-
сленного марганцового металла необходимо как можно
ьше времени держать в печи металл после присадки фер-
арганца. Если металл долго задерживается в печи после

присадки ферромарганца, то вводимый в него ма
сильно окисляется, дает большой угар, и, что самое в
образующаяся закись марганца (MnO) частично раств
ся в металле и губительно влияет на качество готовог
дукта. Закись марганца в марганцовой стали так же
жается на ее качестве, как и закись железа на ка
обыкновенной углеродистой стали, т. е. металл не вы
вает горячей обработки, рвется при прокатке или
и т. п.

Образование закиси марганца в марганцовой стал
жет получаться, во-первых, за счет остающейся в м
закиси железа и, во-вторых, за счет окислительной
сферы самой печи, а поэтому для получения миниму
киси марганца необходимо к моменту введения ферр
ганца иметь в металле как можно меньше закиси ж
т. е. металл к этому времени должен быть вполне з
хорошо раскислен и покрыт достаточным слоем хорош
работанного шлака.

Чтобы добиться наименьшего обогащения метал
кисью марганца, получаемого от окисления марганца
лительной атмосферы печи, нужно, во-первых, после пр
ки ферромарганца защитить металл от действия печно
мосферы толстым слоем шлака и, во-вторых, как можн
острее присаживать в печь ферромарганец: чем скорее
дится в металл ферромарганец и поверхность металл
крывается шлаком, тем менее окисляется металл, так ка
дух с марганцом соприкасается меньшее время и мар
сильнее окисляется.

Выше мы указывали, что марганцовая сталь изгот
ется с присадкой твердого или жидкого ферромар
Завод «Серп и молот» работает с присадкой твердого
ромарганца, некоторые же заграничные заводы — с пр
кой жидкого ферромарганца.

Этот способ более рационален и удобен, дает мен
процент угара и значительно сокращает продолжи
ность плавки. Завод «Серп и молот» еще не имеет
бых печей для плавления ферромарганца, и поэтому
приходится работать на твердом ферромарганце.

Процесс введения ферромарганца в печь является
ответственным участком работы, в значительной мере
словливающим качество металла, поэтому на нем сле
остановиться подробно.

Как только последняя проба показывает наличие
рода в металле от 0,10 до 0,8%, и металл достаточно г
и чист по фосфору, можно приступать к введению в

омарганца. Порядок введения ферромарганца на печах
шого (44 *т*) и малого (4 и 10 и 15 *т*) тоннажа несколько
ичен. Поэтому следует остановиться на том и другом.
а малых печах ферромарганец вводится вручную, при
щи посадочной лопаты-машины.
Прежде чем вводить ферромарганец в металл, его необ-
мо подогреть — ставить на порог рабочего окна печи
одогревать до малиново-красного цвета. Иногда порог
чего окна печи во время хода плавки настолько сильно
едается, что на него нельзя поместить нужное количе-
ферромарганца, поэтому необходимо особенно тща-
но следить за состоянием порогов во время марганцо-
плавки. Если порог после выпуска металла недостаточ-
ирок, его небходимо подсыпать доломитом или маг-
том. Кроме того примерно за 20—30 мин. до постановки
ромарганца на порог необходимо поставить несколько
ов известкового камня, хорошо прогреть их и подвинуть
край порога (с внутренней стороны печи). От этого пло-
ь порога увеличивается и дает возможность легче и в
шем количестве поместить ферромарганец для подо-
ания.
Подогреванием ферромарганца на пороге рабочего окна
достигается значительная экономия времени в про-
жительности плавки; при непосредственном введении хо-
ного ферромарганца прямо в ванну она сильно охла-
ется и он плавится очень медленно. Когда первая пор-
задаваемого в печь ферромарганца расплавляется, дают
рую порцию его, что вызывает загустевание металла.
имо значительной затяжки плавки при этом увеличи-
ся и угар марганца. Если раньше марганцовая плавка на
ырехтонной печи продолжалась 7 –7½ час., то при его
огревании на порогах рабочих окон плавка на этой же
и продолжалась до 4—4½ час. в среднем, даже были
чаи выпуска отдельных плавок за 3½ часа.
После нагревания на пороге ферромарганца до малино-
красного цвета (если смотреть через синее стекло) его
лкивают в ванну. При этом следует отталкивать куски
ромарганца как можно дальше от порога, в противном
чае у порога может образоваться застывшая глыба, ко-
рую будет очень трудно расплавить из-за пониженной
пературы рабочего окна печи, получающейся от проник-
ения холодного воздуха в печь через рабочее окно. При
лкивании следует ударами вилки разбивать крупные ку-
ферромарганца (нагретый ферромарганец при легких
рах рассыпается на мелкие куски), иначе большой кусок

может или зашлаковаться и долгое время плавать в
плавленном виде на поверхности металла или опусти
подину и прилипнуть к ней; в том и другом случае
также долго не расплавится.

После того как нагретый ферромарганец столкн
металл, его необходимо тут же как следует размешат

Перемешивание ферромарганца на малых печах
водится длинными железными ломами: их запускают
галл, водят ими по подине и, таким образом, размещ
ферромарганец.

После того как ферромарганец столкнули с одного
га и хорошо размешали, можно сталкивать его с др
порога и т. д. Когда все пороги рабочих окон очище
ферромарганца или когда он еще сталкивается с после
порога на первый, можно ставить вторую порцию и т. д
не будет введена вся назначенная для плавки порция
ромарганца. После сталкивания с порога ферромар
нужно всю поверхность ванны забросать известью и
ким коксом. Это предохраняет металл от излишнего ок
ния и поглощения им газов. Если после сталкивания
рогов последней порции ферромарганца у какого-либ
рога образуется застывший пласт нерасплавленного ф
марганца, или, как его называют, козел, и его нельз
бить ломом, плавление его идет крайне медленно и для
рения первого нужно забросить на ферромарганец нем
мелкого ферросилиция, который, сгорая, развивает в
кую температуру, разжижает шлак и тем способствует
быстрому расплавлению козла. Это нужно делать кр
осторожно, так чтобы введенный ферросилиций не ка
набойки порога рабочего окна печи, иначе расплавле
ферросилиций легко может разъесть порог, и часть м
ла может через него уйти.

Постановку на порог ферромарганца нужно вести
ким расчетом, чтобы всю необходимую порцию ферро
ганца можно было поставить в два приема.

Присадка ферромарганца на печах большего тоннаж
сорокачетырехтонных, на заводе «Серп и молот» прои
дится при помощи завалочной машины.

Раньше ферромарганец на таких печах вводился след
щим образом: на лопату завалочной машины накладыва
куски ферромарганца, затем завалочная лопата вводила
рабочее окно, и поворачиванием хобота завалочной ма
ны осторожно наклоняли лопату и ссыпали на порог фе
марганец.

После нагревания ферромарганца на пороге до нуж

ературы (докрасна) его сталкивали в печь также при
щи лопаты завалочной машины.

настоящее время от такого способа подогревания и
ения в печь ферромарганца отказались из-за одного
существенного неудобства. Когда с помощью зава-
ой машины сталкивали в ванну ферромарганец, он все-
почти весь наваливался кучами у порога рабочего окна,
ваясь у передней стены, в то время как середина ванны
пуста. Ввиду постоянной низкой температуры у рабо-
окон вследствие проникновения через них холодного
уха, по сравнению с серединой печи, плавление ферро-
анца при этом шло медленнее. Отсюда получалось за-
вание плавки, поджог печи, большой угар марганца и
грев металла.

роме того наваленный в кучу ферромарганец у самого
га рабочего окна с трудом поддавался размешиванию.
тому всегда приходилось рассчитывать на газ, т. е. на
шение в печи чрезвычайно высокой температуры, очень
но отзывавшейся как на самой печи, так и, что самое
ное, — на качестве металла.

настоящее время порядок присадки ферромарганца на
ших печах принят иной. Для подогревания ферромар-
ц ставят не на порог рабочего окна, а на откосы печи,
ливая его туда прямо мульдами посредством завлоч-
машины через крайние окна. На откосы вводится при-
ительно $^2/_3$ общего количества ферромарганца, необхо-
ого для завалки в печь. Остальная треть ферромарган-
большей частью мелочь, насыпается на завалочную ло-
, подогревается на ней в печи в течение 3—5 мин. и че-
среднее окно равномерно рассыпается по всей подине
ой же лопаты). После введения всего ферромарганца в
дают высокую температуру, и лежавший на откосах
ромарганец начинает быстро плавиться и стекать в ме-
. Когда положенный на откосы с одной стороны печи
ромарганец начинает расплавляться, газ переводят на
тую сторону.

Такой способ введения ферромарганца дал возможность
ительно сократить продолжительность плавки и в боль-
степени облегчил требующую большого физического
да работу по перемешиванию ванны.

Расплавление ферромарганца

По введении в печь ферромарганца наступает самый
дный и ответственный момент плавки. Он оказывается

решающим для качества металла, и на правильное п
ние его нужно обращать самое серьезное внимание.

Прежде всего не следует допускать чрезмерного
ния (угара) марганца, насыщения металла газами и пе
металла. Чрезмерное окисление марганца обогащае
окислами марганца, а чем больше окислов марганца
шлаке, тем больше их растворится в металле. Поэто
предохранения марганца от окисления тотчас же пос
дения всего ферромарганца на откосы и в ванну всю
ность ванны надо покрыть довольно толстым слоем и
так, чтобы не оставалось ни одного не покрытого ею
Известь должна быть в кусках размером приблизите
кулак или несколько крупнее. Большие куски извести
ошлаковываются (разрабатываются) и плавают по пов
сти до самого выпуска металла, препятствуя норма
выходу его. Пылеватая изветь тоже не годится — она
сит регенеративные насадки, и может повредить свод,
ковывая его.

Слой извести, а затем шлака, отделяющий мет
печной атмосферы, препятствует ему поглощать газы.
шое количество извести и шлака благоприятно еще в
отношении: при одном и том же количестве окисли
марганца количество его окислов, приходящихся на ед
(1 *кг*) шлака, или, как говорят, концентрация окислов
ке, будет тем ниже, чем больше шлака, в котором эти
лы распределяются, а чем меньше концентрация оки
шлаке, тем ниже она будет (т. е. процент их) в металл

Для еще лучшего предохранения марганца от оки
поверхности шлака забрасывается мелким коксом, ча
раскисляющим шлак и главным образом защищающи
талл и шлак от окислительного действия пламени.

Следующим важным фактором является температу
чи. Марганцовая сталь чрезвычайно чувствительна к
греву, а потому нужно так регулировать температуру
бы не получить перегретой стали.

После введения последней порции ферромарганца
хорошо отрегулировать подачу в печь топлива и во
т. е. создать в печи благоприятные условия для распла
ферромарганца. Такими условиями являются высокая
ратура и горение топлива без избытка воздуха. При
сгорании язык пламени имеет желтовато-медный цве
печи совершенно нет копоти. Отнюдь нельзя при ра
лении ферромарганца допускать пламя до белопрозра
цвета. Такое пламя будет окисленным, т. е. горение
будет происходить с избытком воздуха. Горение, пр

е при большом избытке воздуха, дает более низкую
ературу, от чего плавление затягивается и излишний
ород может сильно окислять марганец, находясь до рас-
ления на поверхности ванны, и обогатить вследствие
шлак окислами марганца.

учше всего в период плавления ферромарганца держать
я с небольшой «мутью, т. е. красномедного цвета.

казанные условия горения и наличие слоя извести и
а гарантируют окисление марганца только за счет кис-
да закиси железа (FeO), а окислительная атмосфера печи
т оказывать очень незначительное влияние на окисление
анца, чем достигается меньший угар марганца при рас-
лении ферромарганца.

осле некоторого проплавления ферромарганца, минут
в 20 — 25 после окончания посадки его в печь, для ус-
ния его окончательного расплавления нужно размешать
у через все рабочие окна железными ломами с тем, что-
однять на поверхность ванны и разбивать все могущие
зоваться на дне (поду печи) комья ферромарганца. Пе-
шиванием достигается и более равномерное распределе-
марганца по всей ванне.

кончательное расплавление ферромарганца по внешним
накам узнать очень трудно. Лучше всего распознать его
чательное расплавление, перемешивая металл длинным
зным ломом. Если при этом ферромарганца на поду пе-
е окажется, значит, он полностью расплавился.

ообще по внешним признакам ванны судить о ходе про-
а марганцовой плавки очень трудно и без взятия пробы
иться в нормальном его прохождении невозможно. В то
я как удовлетворительный ход углеродистой плавки
но определять по кипу, — при марганцовой плавке это-
делать нельзя, потому что после введения первой же
ции ферромарганца металл совершенно перестает ки-
й ванна делается совершенно спокойной.

После присадки в металл ферромарганца поддерживать
кое время высокую температуру в печи не следует. Она
ходима только для более скорого расплавления ферро-
анца, а как только последний несколько проплавится,
мерно минут через 20 — 30 после введения последней
ции ферромарганца, нужно убавить приток поступающе-
печь воздуха и вести процесс на возможно более «мут-
» пламени. Это предохраняет металл, с одной стороны,
злишнего окисления, а, с другой — при таком «мутном»
мени температура в печи значительно ниже, что предо-
няет марганцовый металл от перегрева.

Из практики нашего завода мы убедились, что п
тый марганцовый металл при разливке дает рванины
тых деталей и слитков. Если даже перегрев металла н
да отражается при разливке, то уже при дальнейше
ботке (при прокатке, ковке, штамповке и т. д.) горяч
тый металл всегда дает рванины.

Вот почему при первых опытах введения выплавк
ганцовой стали на заводе «Серп и молот» (в 1927 г.)
еще не было известно о значении этого фактора, до
знали причины большого количества брака, получав
при марганцовом литье: при разливке первых маргав
плавок больше половины металла шло в брак. Этот бр
результатом перегрева металла. Когда же была найден
пература, благоприятная для разливки металла, брак
регрева снизился до минимума и в настоящее время
сказать, что мартеновским цехом завода «Серп и
этот вопрос освоен в совершенстве.

Отсюда мы видим, как велико значение правильно
ределения температуры металла для качества стали и
плавки. О температуре металла судят по пробам и к
лируют ее пирометром.

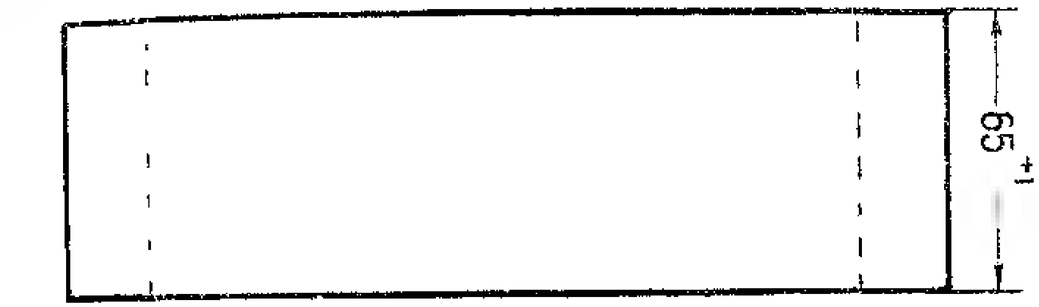
3. Взятие пробы

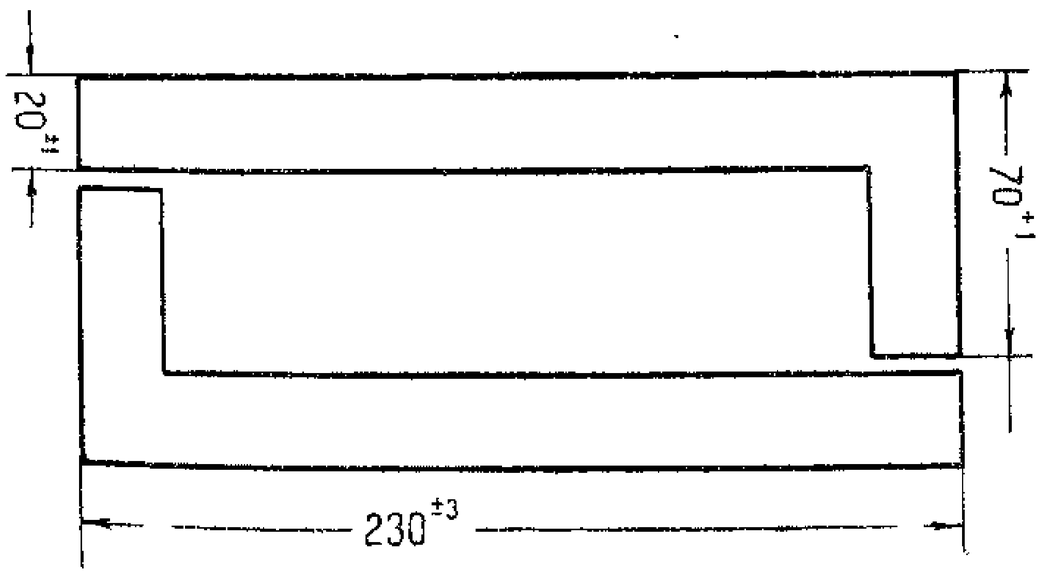
Взятие пробы марганцового металла почти ничем
личается от взятия пробы углеродистого металла. Для
употребляется обычная пробная ложка, как и для угл
стого металла. Металл зачерпывается ею (предвари
она также шлакуется) и наливается в угольники,
угольники ставятся не на железную пластинку, как это
ется при взятии проб обычной углеродистой стали
шамотный кирпич. На обычной железной пластинке
марганцовой стали всегда приваривается к пластинке
приходится отбивать кувалдой, что может испортить
Это обьясняется тем, что марганцовый металл обладае
чительно худшей теплопроводностью, чем углеродисты
талл, а следовательно проба в угольнике застывает м
но и, находясь долго в расплавленном состоянии на
ной пластинке, она легко приваривается к ней.

Замена железной пластинки обычным шамотным
чом совершенно устраняет подобное явление.

Если шлак очень густой, то перед тем, как брать
нужно бросить на шлак туда, откуда берется проба (о
у среднего порога), несколько лопат мелкого ферроси
разжижающего шлак. Сейчас же, после того как зачер

обную ложку пробу металла, с его поверхности тонким
езным прутком сгребают корочку застывшего шлака,
вляя чистой поверхность металла в ложке, и пиромет-
замеряют температуру металла в ней. Температура не
кна превышать 1460—1470° по пиропто. После сгребания
ка металл в ложке некоторое время выдерживается. В
время по его цвету и физическому состоянию можно при-
ительно определить его степень нагрева. Признаки сле-





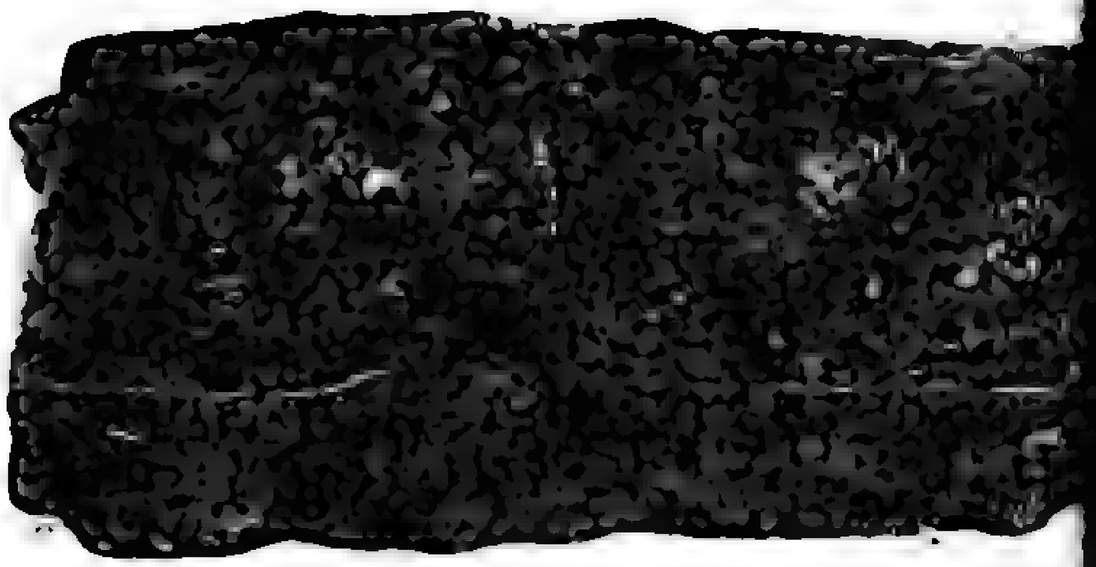
3. Угольники для проб.

щие. Если на поверхности металла после удаления шла-
й корки моментально образовывается тоненькая ко-
а (налет окислов), после удаления которой образуется
ая, то металл перегрет; при нормальной температуре
лла по его поверхности после удаления шлаковой корки
ет прозрачное голубое пламя, напоминающее пламя го-
его спирта.

Металл в ложке выдерживается до тех пор, пока почти
поверхность ложки не покрывается пленкой (признаки
нающегося застывания металла). Признаком для сужде-
о температуре металла служат также и продолжитель-

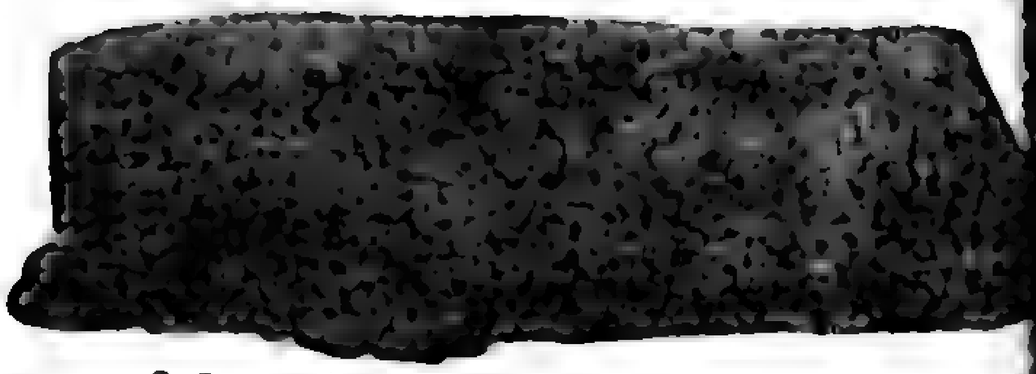
ность выдержки и чистота слива металла из ложки
металл из ложки медленно наливается в угольники,
замачивается в холодной воде и кувалдой ломается по

Освобождать пробу от угольников нужно очень



4. Внешний вид пробы углероднстого металла.

рожно. Ввиду плохой теплопроводности марганцово
проба долгое время в середине остается в жидком
нии, в то время как на поверхности она застывает,
часто, при захватывании ее клещами из угольников,
реламывается; поэтому нужно сперва попробовать,



5. Внешний вид пробы марганцового металла.

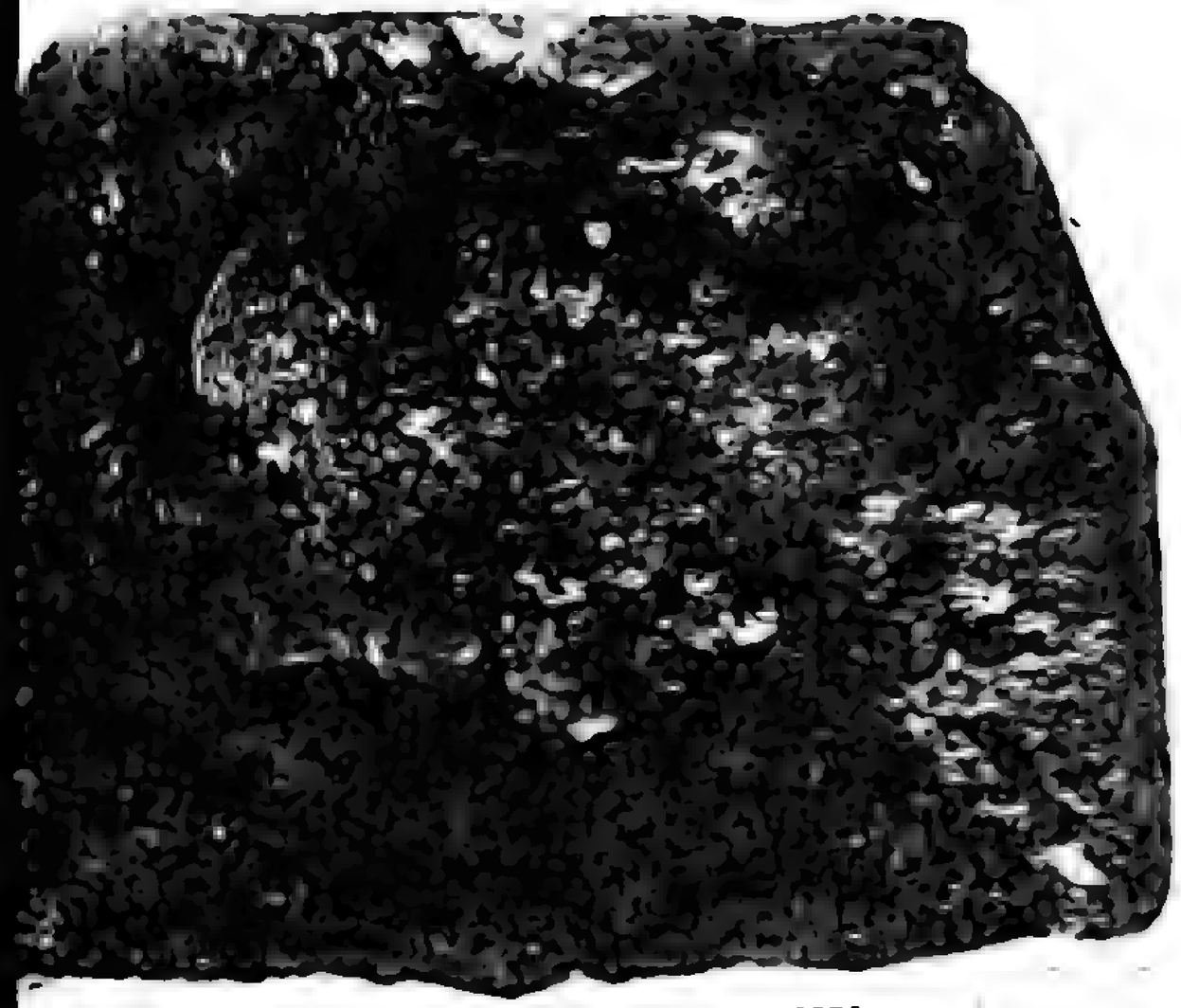
ли застыла проба, постукивая ее слегка концом клеще
железным прутком.

Проба марганцового металла резко отличается от
обычного углеродистого металла. Она очень плотна, бе
ких бортов с совершенно гладкой поверхностью. В
марганцовый металл по своим внешним признакам и с
вам совершенно непохож на обычную углеродистую ст
жидком состоянии совершенно спокоен, более подви
совсем не искрится; в холодном виде он плотнее, знач

яжелее обычно углеродистой стали (бо́льший удельный

По излому марганцовой стали можно судить о перегреве
алла, о степени его окисленности и о количестве марган-
металле.

Основным признаком доброкачественности металла слу-
вязкость пробы (толщиной обычно 25 — 30 *мм*). Если



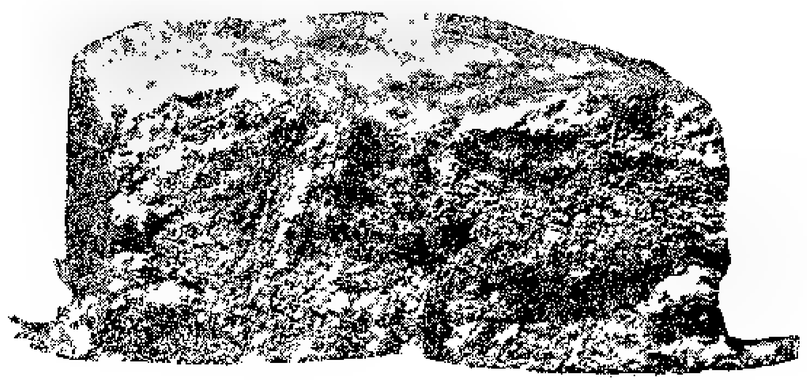
6. Излом пробы углеродистого металла.

оба ломается лишь после значительного числа ударов ку-
дой (более четырех — пяти), то можно почти наверняка
азать, что металл не перегрет и не окислен. Если она ло-
ется после одного-двух ударов, то это доказывает, что
алл нездоров или перегрет, и нужно принять меры к его
равлению.

Если проба показывает, что металл сильно перегрет, то
жно прекратить подачу в печь топлива и воздуха минут
10 — 30 в зависимости от степени перегрева металла, от
о в значительной степени понижается температура метал-
. По время остановки подачи топлива нужно периодически

брать пробы металла и по ним контролировать его т
туру. Во время взятия проб температуру следует обя
но замерять пирометром.

Определение количества марганца в металле по и
пробы производится по внешним признакам излома.
поверхность излома покрыта мелкими волокнистыми
ми, сизо-голубого цвета, то в такой пробе можно с
процент марганца нормальным. Если же на поверхнос
лома заметны ясные проблески железа или излом п
серым узором, напоминающим узор инея на заморож
окнах, то в такой пробе марганца недостаточно. В
случае нужно
вить в металл
ромарганца. В
нужно сказать
для точного о
ления содер
марганца по п
нужен больш
изводственный
и навык; здесь
но и даже
можно описат



7. Излом пробы марганцового металла.

ды изломов проб в зависимости от содержания в них
ганца, да кроме того по излому пробы очень трудно оп
лить сколько же нехватает в ней марганца.

4. Раскисление

При правильном ведении процесса плавки марган
стали первая проба всегда отвечает всем предъявляем
ней требованиям, т. е. металл нормально нагрет с дост
ным количеством марганца и пробы вязки (проба лом
лишь после многочисленных сильных ударов кувалды)
только мы получили такую удовлетворительную про
убедились в окончательном расплавлении ферромарга
нужно приступить к раскислению ванны.

Раскислителями марганцового металла являются фе
силиций и алюминий, причем ферросилиций должен
разбит на мелкие куски, величиной в кулак или неско
больше, и задаваться двумя порциями: одна — непос
ственно в печь, а вторая — в ковш.

В печь дается для раскисления металла и шлака
ферросилиция в количестве 10 *кг* на тонну завалки вкл
и ферромарганец Таким образом в 44-тонную печь при

е 37 *т* чугуна и железа и 7,5 *т* ферромарганца в печь да-
445 *кг* ферросилиция.

Раскисляющее действие ферросилиция в марганцовой
и основано на том, что кремний является раскислителем
ганца (и железа) подобно тому, как марганец является
кислителем железа, т. е. кремний охотнее соединяется с
лородом чем марганец и отнимает кислород от окислов
ганца. Попавший в металл и шлак кремний быстро начи-
т окисляться за счет кислорода закиси марганца по
кции:

$$2MnO + Si = SiO_2 + Mn$$

Закись марганца; Кремний; Кремне кислота; Марганец.

Таким образом кремний при окислении отнимает кисло-
от закиси марганца, обращаясь в кремнекислоту (SiO_2),
ставляет марганец в чистом виде. Образовавшаяся крем-
кислота (SiO_2), как вещество более легкое, всплывает на
ерхность металла и переходит в шлак, где встречается с
стью и вступает с ней в прочное соединение по реакции:

$$SiO_2 + 2CaO = 2CaO.SiO_2$$

Кремнекислота + известь = силикат кальция.

Полученный от соединения кремнекислоты с окисью
ция силикат кальция $2CaO.SiO_2$ совершенно нераство-
м в металле и всегда остается в шлаке до момента его
нчательного застывания. В случае если в период раскис-
ния марганцового металла в шлаке нет достаточного коли-
ства свободной извести, кремнекислота как вещество, бо-
е охотно соединяющееся с известью (CaO) чем другие эле-
нты фосфор, сера и др.), легко может вытеснить любой
этих элементов из соединения с известью и заменить его.

После того как ферросилиций заброшен в печь, спустя
— 25 мин. (для 44-тонной печи; для печей меньшего тон-
жа — меньше), всю ванну нужно хорошо перемешать же-
зными гребками и покрыть слоем мелких кусков кокса,
ждый величиной не больше грецкого ореха, в противном
учае кокс не успеет сгореть и при выпуске плавки может
купорить выпускное отверстие.

Кокс при выпуске марганцовой плавки дается главным
разом для раскисления шлака, т. е. частичного освобожде-
ия шлака от излишних окислов. Выше мы уже говорили,
го шлак марганцовой плавки всегда бывает насыщен за-
сью марганца; часть ее очень непрочно соединена с из-
стью, и остаток находится в свободном состоянии. После
го как на поверхности шлака заброшен кокс, последний
чинает быстро гореть. Часть кислорода на горение кокса

идет из окислительной атмосферы печи, а часть отни
от закиси марганца, содержащейся в шлаке, и таким
зом часть закиси марганца может распадаться, восста
ваться, и чистый марганец может переходить в метал

После дачи ферросилиция нужно особенно тщат
следить за тем, чтобы не допустить перегрева метал
горении (окислении) кремния выделяется большое
чество тепла, сильно нагревающего ванну, поэтому
дачи ферросилиция надо вести плавку с мутным пла
(с недостатком воздуха) почти до самого выпуска,
пробы показывают сильный перегрев металла, — сов
но прекратить доступ газа и воздуха.

После дачи кокса берется последняя контрольная
и если она вязка и показывает достаточное содержание
ганца, можно вскрыть выпускное отверстие и выпу
металл. Если проба хрупка, что чаще всего вызывается
мы уже говорили, перегревом металла, чрезмерным с
жанием марганца в металле или излишним окислением
нужно принять меры к исправлению металла. Для этого
наличии перегрева нужно понизить температуру в
(прекратив доступ туда топлива и воздуха), а при норм
ной температуре металла, выдержать металл некоторое
мя в печи для освобождения его от газов (хорошо в
время для более энергичной дегазификации — освобо
ния от газов — еще раз хорошо перемешать ванну дли
ми железными ломами). Кроме того надо попытаться
кислить металл более энергичным раскислителем — ал
нием. Ввиду того что марганцовая сталь чрезвычайно
но и в очень редких случаях поддается исправлению,
процесс плавки нужно вести чрезвычайно осторожно. Е
концу плавки пробы все же окажутся хрупкими, то
нескольких попыток исправить металл указанным спос
нужно несмотря на плохие результаты выпустить ег
печи, так как в большинстве случаев, чем больше мы
жим металл в печи, тем более ухудшаем его качество.
к исправлению металла и причины хрупкости проб, пр
еще недостаточно изучены, но надо полагать, что дал
шая практика работы с этой сталью поможет преодол
эти затруднения, как преодолены и многие другие, свя
ные с этой плавкой.

Шлак после дачи ферросилиция иногда все еще бы
чрезвычайно густым вследствие сильной основности (в
кого процента извести (CaO) в шлаке) и высокого содер
ния в шлаке закиси марганца —MnO, поэтому перед вы
ком плавки шлак нужно разжижить плавиковым шпатом,

сывая его во все окна. Минут за десять до выпуска плав-
печь нужно дать нормальное количество газа и воздуха,
бы разогреть шлак и сделать его в достаточной степени
ким, так как за время приостановки газа (после дачи
росилиция) шлак делается очень густым и поверхность
ны покрывается коркой застывшего шлака. Нужно очень
мательно следить за тем, чтобы к моменту выпуска ме-
ла шлак был в достаточной степени жидким, так как в
тивном случае при выпуске металла он закупорит вы-
кное отверстие и в лучшем случае после выхода металла
ь шлак останется в печи, а в худшем (и чаще всего) —
ья шлака будут препятствовать выходу металла из печи
мальной струей и в отверстии или на дне ковша может
разоваться козел — и вся плавка пойдет в брак.

Для окончательного раскисления металла и введения в
ь требуемого анализом количества кремния даются в жо-
б ферросилиций и алюминий. Ферросилиция дается 7 *кг*
тонну завалки (вместе с ферромарганцем) и алюминия
кг. Ферросилиций должен даваться в небольших кусках,
ичиной с грецкий орех или несколько больше. Начинать
у ферросилиция нужно в то время, когда металл запол-
т примерно $^1/_5$—$^1/_4$ ковша и струя металла идет по жело-
нормально. Если струя очень слаба, то ферросилиция
жно давать не в жолоб, а непосредственно в ковш, так
к, в противном случае, при тихом ходе металла из печи,
руя не сумеет смыть кусков ферросилиция из жолоба,
йдет поверх бугров ферросилиция на подине жолоба, бу-
т переливаться через край, заварит его и получится
льшая потеря металла. Алюминий дается в жолоб или в
вш после ферросилиция, но во всяком случае нужно успеть
ть в ковш все полагающееся количество алюминия до на-
ла появления из печи шлака, в противном случае алюми-
й почти бесполезно сгорает в шлаке.

На заводе «Серп и молот» в основном раскисление мар-
нцового металла ведется ферросилицием. Гораздо лучшие
зультаты дает раскисление металла алюминием. При этом
тоде качество металла получается значительно лучшим и
авным образом угар ферромарганца значительно меньше
римерно два раза). В СССР этот метод работы пока не
ходит распространения, так как алюминий до настоящего
емени является импортным продуктом и притом чрезвы-
йно дорогим (около 1500 руб. золотом за 1 *т*), и потому
бота этим методом в наших условиях пока обходится до-
же, чем по принятому нами методу с раскислением метал-
ферросилицием.

Глава четвертая

1. Разделка выпускного отверстия и вы плавки

Когда последняя проба марганцового металла по вает, что металл готов, первый подручный берет ж (тонкий круглый лом) и приступает к разделке выпу отверстия. Прежде всего, он начинает жигалом снима битый слой смеси шамота с глиной, затем снятый за ный материал выгребает железной лапкой в жолоб; в подручный обыкновенной железной лопатой удаляет жолоба.

После снятия слоя смеси шамота с глиной первый по ный продолжает тем же жигалом удалять магнезит и т лапкой выгребать его.

Как только отверстие разделано настолько, что пок ся раскаленный слой заделочного материала, нужно чр чайно быстро и энергично производить дальнейшую ра ку отверстия, чтобы не дать возможности спекшейся охладиться в отверстии. После того как жигалом уже н удалить заделочного материала из отверстия (добрали спекшегося слоя), нужно взять пробивной лом (обы круглый лом с загнутым концом (лом с пяткой), наст его заостренным концом в середину спекшейся корки (реннего отверстия) и по загнутому концу (по пятке) рять кувалдами.

Пробивают отверстия этим ломом обычно три чело Один (первый подручный) держит и направляет лом, а других с обеих сторон жолоба сильными ударами ку загоняют лом в отверстие. Загонять лом нужно до тех пока конец его не пройдет через спекшуюся корку. Это мент легко распознать, так как лом, до этого чрезвы туго подвигающийся, пробив спекшуюся массу, нач легко подаваться вперед. Когда лом пройдет весь сло правки, его как можно скорее выбивают обратно, ударя валдой по загнутому концу в обратном направлении.

Эту операцию надо производить как можно скорее, бы конец лома не сварился с металлом и не застрял в верстии.

При разделке отверстия жигалами перед пробивкой верстия ломом нужно разделывать отверстие как м шире и чище, выбирая из него весь заправочный матер в противном случае, при узком отверстии, трудно бы

бить отверстие ломом, а после пробития струя металла т очень тонкой и металл может застыть в отверстии.

После выбивки лома металл сперва тонкой струей, а за- по мере разъедания отверстия все больше вытекает из и по жолобу стекает в литейный ковш. Если после вы- ки пробивного лома металл не пойдет, то нужно тонким алом попробовать проткнуть пробитое ломом отверстие.

Как только выпускное отверстие пробито и металл по- по жолобу с передней стороны печи, берется длинный тый лом (диаметром 50 — 60 *мм*) и сильными ударами, равленными в центр отверстия, пробивают его оконча- но до нормальных размеров. После пробивки отверстия м ломом тотчас же вытаскивают лом, потому что бывали чаи, когда при недостаточно быстром вытаскивании ло- из отверстий конец его может привариться в отверстии шь с большим трудом удается вытащить лом обратно, что еще хуже металл может отъесть конец лома, лом нется в отверстии, закупорив последнее. Отверстие но разделать (повторными ударами большого лома) до мальных размеров так, чтобы металл из отверстия шел ной струей.

Плохо идущий по жолобу металл сильно остывает, вслед- е чего последний, попадая в ковш, может оказаться хо- ным; на дне ковша образуется большой козел, прихва- ающий пробку литейного стопора, препятствуя откры- стопора и разлитию плавки, отчего она вся поидет в к.

Первое время, когда завод «Серп и молот» только начал ивать практику производства марганцевои стали на со- четырехтонных печах, выпускное отверстие закрывали им доломитом или магнезитом. При таком способе за- вания часть отверстия из печи отрабатывало и металл выходе из печи застывал в отверстии, что затрудняло делывание и пробивку выпускного отверстия. На это тра- ось очень много времени, иногда до 2—3 час., и из-за го часто случались аварии и потери части, а иногда даже ых плавок. В настоящее время при вышеуказанном спо- е заделки выпускного отверстия выпуск марганцового алла значительно облегчился, но и теперь еще довольно ты недоразумения с разделкой отверстия. Если с по- щью лома с пяткой отверстие не удается пробить, нужно жечь отверстие кислородом. Рекомендуется не задержи- ься долго с попытками с пробиванием отверстия ломом. и после двух-трех попыток примерно в течение 5—10 мин. удается открыть отверстие ломом, нужно прибегнуть к

кислороду. При выпуске марганцовой плавки с зад
роны печи у жолоба должны быть всегда наготове б
с сжатым кислородом и все приспособления для ра
ним: резиновый шланг длиною не менее 10—12 *м* и н
ко пазовых трубок диаметром 6—9 *мм*.

Прожигание отверстия кислородом производит
дующим образом. К баллону с кислородом, снабжен
дуктором (прибор, которым регулируется давление в
щей из баллона струи кислорода), присоединяется д
(не менее 10 — 12 *м*) тонкая резиновая трубка; во вто
нец трубки вставляется длинная (3—4 *м*) газовая
диаметром 6 или 9 *мм*. Когда все это между собой
соединено, в отверстие лопатой бросают одну-две
железной стружки. Стружка должна попасть в самы
разделанной части отверстия. Через некоторое врем
2 мин.), когда стружка прогревается и раскаляется, вво
нец железной трубки в отверстие (в самый конец его к
ке) и, открывая вентиль у баллона, пускают кислоро
пуске последнего нужно открывать вентиль постепен
немногу увеличивая давление выходящей струи кис
В противном случае у нас может сорваться или же
трубка с резиновой шлангой или шланг с баллона. По
но увеличивая давление, доводят его до 10—15 *ат*.
ны с кислородом должны быть всегда снабжены реду
с манометрами, из которых один указывает давление
лоне (которое должно быть не менее 50—100 *ат*),
рой — давление выходящей струи кислорода.

Раскаленная стружка сжигается струей кислород
правленной на стружку; так как горение стружки в
чистого кислорода идет очень энергично, то при этом
ляется чрезвычайно большое количество тепла, разог
щего и расплавляющего заправочную массу или шла
ходящийся в отверстии, а если в отверстии есть мета
ский козел, то сжигают и его. Шлак вытекает из отве
железную трубку по мере проплавления вдвигают все
же в отверстие, пока там не проплавят сквозного отв
до металла, и металл по этой дыре начинает выходить
чи сначала тонкой, а затем все более сильной струей
прожигании отверстия энергично горит и самая же
трубка; иногда приходится сменить несколько трубок
не прожигается отверстия.

Чтобы выходящая из отверстия струя металла не
слишком тонкой, нужно прожигать отверстие как м
большего диаметра и продолжать прожигание отв
после появления металла по мере физической возмож

за жары) как можно дольше. Стружку в отверстие дают
того, чтобы она там своим горением выделяла нужное
о, так как сама по себе заправочная масса гореть не
ет.

При работе с кислородом один рабочий или мастер, уме-
ий обращаться с редуктором, должен находиться у бал-
а и регулировать давление, а второй рабочий (обычно
вый подручный) у отверстия направляет трубку. Баллон
слородом должен находиться далеко от жолоба, чтобы
опадали в него искры, и должен быть защищен от дей-
ия жара печи во избежание аварий (взрыв баллона). Про-
ание отверстия кислородом является очень эффективным
дством и к нему надо всегда прибегать при затруднениях
ткрыванием отверстий не только при марганцовых, но
ри обычных плавках.

Если разделка отверстия продолжительна (15 и более
.), то для уменьшения угара марганца за это время сле-
т добавить в печь немного ферросилиция, который пре-
ранит марганец от окисления. Ввиду неизбежности все
некоторого угара марганца надо добавить немного фер-
арганца в мелких кусках, чтобы не получить в металле
ьшего количества марганца из-за непредвиденной за-
жки плавки.

Разливка марганцовой стали

В этой главе нам хотелось бы хотя вкратце остановиться
особенностях разливки марганцовой стали и встречаю-
кся при этом неполадках.

При выпуске марганцовой стали из-за трудности раз-
ки отверстия и из-за относительно низкой температуры
ганцового металла, которая примерно на 100° ниже тем-
атуры выпуска обычной углеродистой стали, выпускное
ерстие при выпуске плавки чрезвычайно медленно разъ-
ется, и в большинстве случаев струя металла бывает
чале очень тонкой. Металл в ковш попадает совершенно
рым, и на дне ковша образуется козел (поддон) различ-
толщины. Как мы уже указывали выше, марганцовая
ль обладает чрезвычайно малой теплопроводностью
охо проводит тепло), вследствие чего последующие пор-
горячего металла уже не могут разогреть и расплавить
разовавшийся на дне ковша поддон. Последний примора-
вает пробку к стакану. Из-за этого в первые годы нала-
вания выплавки марганцовой стали, особенно на печах
льшого тоннажа (44-т), получались частые аварии и много

плавок шло в брак. В последнее время во избежание
ствий таких явлений разливной стакан в ковше уста
вают выше дна ковша на 30 — 40 *мм*. Если поддон и
зуется, то в большинстве случаев он не достигает то
в 30 –40 *мм*, и таким образом уровень стыка пробки
каном оказывается свободным и примерзания пробки
вает. После такого нововведения случаи аварий с пл
из-за образований козлов на дне ковша свелись к мин
Но все же иногда поддон, образовавшийся на дне ковш
вает толще 40 *мм*, и тогда, несмотря на то что стакан
дна ковша, штопор все же открыть не удается. В таки
чаях нужно поступать следующим образом. Сперва
таться осторожно пробить отверстие стакана дерев
колышком.

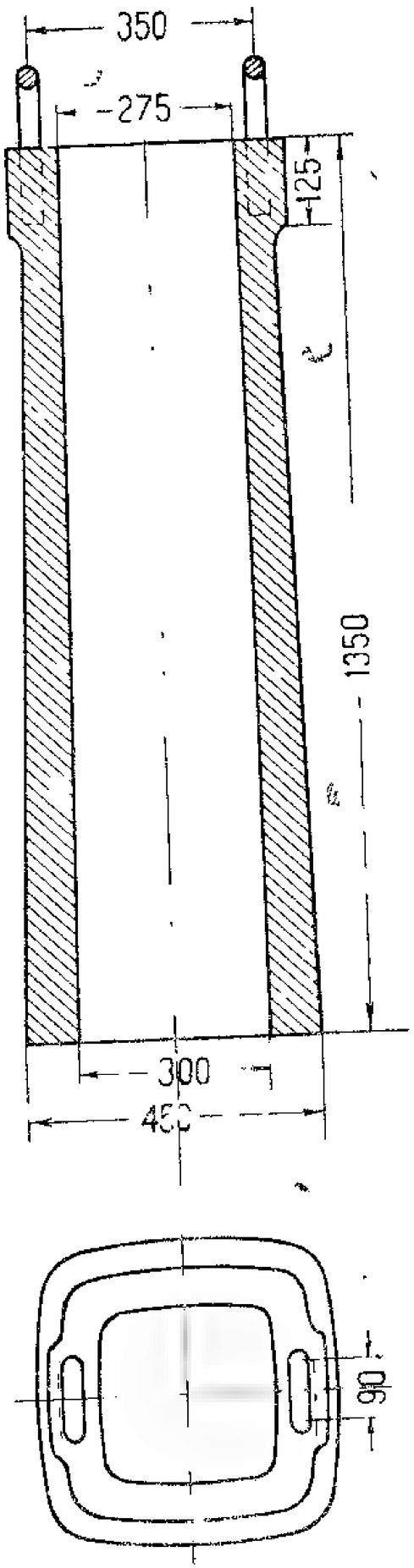
Если над отверстием стакана поддон незначите
толщины, это обычно удается. Если же же пробить
стие стакана колышком не удается, то нужно перелит
талл из этого ковша в другой. Для этого заранее,
частых неожиданностей с разливкой марганцовых пл
должен быть приготовлен второй ковш к выпуску мар
вой плавки; без него не рекомендуется выпускать пл
Если при выпуске плавки из печи только первые попав
ковш порции металла холодны из-за тихого хода по ж
(образование на дне ковша поддона), а весь остально
талл во всей массе достаточной температуры, то при
переливании удается довольно благополучно разлит
плавку. При этом теряется лишь сравнительно небол
количество металла (поддон) из первой отливки.
удачный исход подобных случаев объясняется чрезвыч
низкой теплопроводностью марганцовой стали, благо
чему температура металла при переливе понижается ср
тельно очень мало и позволяет вполне благополучно раз
такой металл. Здесь еще необходимо добавить, что ма
цовая сталь из печи выпускается обычно несколько пер
той, что позволяет лучше разливать металл. Соверш
нное явление бывает при разливке углеродистой стали:
переливе из ковша в ковш плавки углеродистой стали
пература стали настолько понижается, что перелитый ме
в большинстве случаев не удается разлить по изложни

Нормальной температурой марганцовой стали при
по жолобу нужно считать 1410 — 1415°, а нормальной
пературой разливки 1365—1380°. Если мы сталь станем
ливать при более высокой температуре, то это часто вед
браку при прокатке этих слитков или при фасонном ли

Для понижения температуры
алла необходимо выдержать
вку в ковше в зависимости от
пературы металла при ходе по
обу от 5 до 20 мин. Вследствие
хой теплопроводности темпера-
металла при выдержке пони-
тся сравнительно медленно.
енсивность понижения темпе-
уры металла зависит от многих
торов, как-то: объема металла
наж ковша), консистенции шла-
в ковше, толщины шлакового
над металлом и т. д., а по-
у невозможно дать какие-либо
мы для выдержки. Эти нормы
абатываются практикой в зави-
ости от конкретных условий.

Выдерживать металл в ковше
езно еще и потому, что при
м мы даем время всем шлако-
и иным неметаллическим вклю-
иям, попавшим в металл и силь-
снижающим качество его, вы-
иться оттуда. При такой срав-
ельно длительной выдержке на
верхности металла образуется
круг штопора довольно толстая
рка застывшего шлака, пробить
торую для освобождения што-
ра бывает нелегко. Для облег-
ия этой задачи следует по
нчании схода металла и шлака
печи насыпать на поверхность
лака в ковше, вокруг штопора,
лкого кокса или сгарков, своим
рением разогревающих в этом
сте шлак и препятствующих об-
зованию толстой корки.

При начале разливки литейщик
лжен приподнимать штопор чре-
ычайно медленно и осторожно,
к как при резком открывании
акана можно оторвать пробку,
о чаще всего бывает при раз-



8. Изложница без прибыли для отливки марганцовой стали.

ливке марганцовой стали, когда на дне ковша нере
разуются поддоны. Диаметр стакана для сифонной р
ки должен быть равен 40—50 *мм*, для фасонного литья

На заводе «Серп и молот» — сифонная разливка. Д
ливки слитков применяются изложницы 300-*кг* разве
фиг. 8) и 24-местные поддоны. Изложницы должны
тщательно очищены и смазаны обезвоженной смоло
специальным лаком для смазки изложниц.

Ввиду чрезвычайной жидкотекучести марганцовой
наборка плит и установка сифонов должны произво
особенно тщательно: швы должны быть тонкими, изл
цы без трещин во избежание ухода металла; наборка
делается обязательно на глине, а не на песке; скорост
ливки следует все время регулировать во избежание за
тов, приводящих к пленам, к которым марганцовая
чрезвычайно склонна и которые при прокатке значит
повышают процент отхода.

Вследствие склонности марганцовой стали давать
шую усадку необходимо в конце разливки каждого с
доливать его с перерывами и притом чрезвычайно мед
Для уменьшения отходов в последующих передельны
хах полезно отливать марганцовую сталь в изложни
прибылями вследствие ее большой усадки и получения
этого большой усадочной раковины. В последнее вре
заводе «Серп и молот» производилась разливка стали
добные изложницы с весьма положительными резуль
Нельзя прерывать струи почти до самого конца разлив
фона, чтобы не получились толстые пояски, по которы
прокатке слиток развалится. Температуру разливки рек
дуется все время контролировать оптическим пиром
Пиропто.

Пробы металла для анализа следует брать примерно
редине разливки, так как анализы металла, взятые из п
го и последнего сифона, обычно не совпадают: в таких
бах заметно довольно большое расхождение по содерж
марганца.

Съемку изложниц со слитков нужно производить н
нее 30 мин. по окончании разливки.

В заключение хотелось бы здесь вкратце описать м
приготовления марганцовой стали на одном крупном
пейском заводе, славящемся качеством своей стали и
гающем именно с раскислением марганцовой стали ал
нием. Параллельно приведем хронометраж (подробну
пись по времени) плавки марганцовой стали на указа
заводе и на заводе «Серп и молот».

пятая

етод плавки марганцовой стали на одном крупных европейских заводов

Преимущества варки стали по методу данного завода за-
чаются, как мы уже говорили, в том, что на этом заводе
помощи алюминия, являющегося чрезвычайно энергич-
раскислителем, восстанавливается из шлака марганец
закиси марганца), перешедший из металла в шлак вслед-
е его угара, и тем самым значительно сокращается про-
т угара марганца, доходя до 9—10% вместо 17—20%.
юминий для этой цели употребляется не в чистом виде, а
меси с тем или иным количеством извести. Эта смесь но-
название «боркальк». Боркальк в зависимости от про-
тного содержания в нем марганца делится на ряд сортов,
зависимости от условий данной плавки применяется бо-
или менее богатый алюминием сорт его.

Приготовление боркалька очень просто: в какой-нибудь
уд (ведро или корыто) насыпается необходимое коли-
тво алюминия в порошке и мелко истолченной извести;
сь эта смачивается водой и хорошо размешивается; этой
си дают выстояться некоторое время, затем хорошо про-
ивают, и боркальк готов.

При варке марганцовой стали употребляется главным об-
ом боркальк, состоящий из 90% алюминия и 10% извести.

До введения в металл ферромарганца плавка на этом за-
е ведется совершенно аналогично плавке на заводе «Серп
олот», но после расплавления введенного в металл фер-
арганца начинается раскисление металла и шлака бор-
ьном, чего у нас, на заводе «Серп и молот» пока еще не
меняется.

Особо сильный угар марганца бывает во время расплав-
ия ферромарганца, так как в это время ферромарганец
ем не защищен от окисляющего действия атмосферы пе-
Поэтому на указанном заводе процесс раскисления ме-
ла и шлака начинается почти тотчас же после дачи в печь
ромарганца.

Дача в печь боркалька производится обыкновенными
ными лопатами.

Как только первые порции боркалька попадают на шлак,
юминий начинает энергично гореть (белым огнем). Горе-
алюминия происходит частично за счет кислорода окис-
ельной атмосферы печи, но так как алюминий является
ргичным раскислителем и очень охотно соединяется с

кислородом, естественно, окисление алюминия преим
венно идет за счет кислорода окислов, имеющихся в
в обильном количестве, главным образом за счет закис
ганца (MnO) и закиси железа (FeO).

Окисление алюминия за счет закисей, имеющихся в
ке идет по реакциям:

$$2Al + 3MnO = Al_2O_3 = 3Mn,$$
$$2Al + 3FeO = Al_2O_3 + 3Fe.$$

Так как при марганцовой плавке шлак чрезвычайно
закисью марганца, естественно, что в основном алю
восстанавливает из шлака закись марганца, переводя
нец в металл, — и в этом основная цель дачи боркал
шлак.

После сгорания первых порций боркалька берется
ковая проба следующим образом: обыкновенной пр
ложкой зачерпывается жидкий шлак, наливается в угл
а еще лучше на специальную сковородку, на которой
стывает. По цвету шлака определяется степень его р
ленности.

Конечный, хорошо раскисленный шлак бывает в
светлокофейного цвета; если же шлак черного или тем
леноватого цвета, значит, он содержит много закиси
ганца (закись марганца придает шлаку зеленоватый
нок). В таких случаях прибавляют боркалька и так д
пор, пока шлак не получится нормального, светлокофе
цвета, т. е. хорошо раскисленным. Последний бывает в
довольно жидким и удобоподвижным.

Одновременно с учетом степени раскисленности ма
цового шлака берутся контрольные пробы металла, п
торым определяется качество металла и процент содер
в нем марганца. Главным же образом ведется строгий
роль за температурой металла, имеющей, как мы уже
зывали (особенно перегрев), решающее значение при
марганцовой стали.

Реакция восстановления марганца из его окислов
минием проходит со значительным выделением тепла,
этому на указанном заводе в момент раскисления марг
вого металла минут на 40 — 50 совершенно останавли
газ. При пониженной температуре реакция окисления
ния) алюминия идет еще интенсивнее.

Весь процесс раскисления марганцового металла п
тоду данного завода продолжается не более 40 — 50
после чего металл выпускают в литейный ковш и разли
по опокам (литейным формам) или изложницам.

Для большей ясности приводим хронометраж марганцо-
плавки на указанном заводе.

Хронометраж плавки

Марганцовая плавка проводилась в 25-тонной основной
теновской печи, работающей на смеси генераторного и
сового газов.
Металл предназначался для фасонного литья.
В печь было загружено: передельного чугуна 3600 *кг* и
льного скрапа и лома 8 400 *кг*, а всего 12 000 *кг*; ферро-
ганца 2280 *кг* и ферросилиция 200 *кг*. Всего металличе-
й завалки 14 480 *кг*.
Завалка окончена утром в 9 ч. 10 м.
11 ч. 25 м. В середине ванны вялое кипение. Берется пер-
проба. Металл холоден, углерода 0,53%.
1 ч. 30 м. Дают несколько лопат железной руды (магнит-
железняк).
1 ч. 50. Весь металл расплавлен полностью. Ванна энер-
но кипит. Шлак жидкий.
1 ч. 55 м. Берется вторая проба металла. Углерода
%. Дается несколько лопат руды.
2 ч. 05 м. Третья проба металла. Металл нагрет удовле-
рительно, углерода 0,25%.
2 ч. 15 м. Четвертая проба. Металл горяч, углерода
%. Начали спускать шлак. Шлак средней густоты, до-
но маслянистый.
2 ч. 25 м. Наводка нового шлака (известь, плавиковый
т). Одновременно с наводкой шлака на откосы к голов-
дают по 5 лопат извести, которая должна служить по-
кой для ферромарганца.
ч. 30 м. На правый и левый откосы печи к головкам да-
по одной мульде неподогретого ферромарганца. Третья
да вводится шаржирным краном в рабочее окно соседней
печи для подогрева; работа соседней печи от этого не
ушается. На откосы прибавляют еще по несколько лопат
сти.
2 ч. 50 м. Подогретый на откосах ферромарганец стал-
ается в ванну сначала с одной стороны и через несколь-
инут с другой. Количество смешанного газа увеличи-
т до максимума.
ч. Порция подогретого в соседней печи почти до на-
плавления ферромарганца вываливается перед печью и
тами забрасывается попеременно в ванну через все три
узочных окна.

1 ч. 15 м. Шлак очень густой и пенистый, стоит т
слоем. Кипение совершенно прекратилось; изредка
ваются сквозь шлак пузыри газа.

1 ч. 23 м. Воздух и газ закрываются. Ванна спо
Шлак очень густой с темноватыми пятнами. Так выде
ют печь до 10 мин., чтобы дать возможность шлаку не
ко остыть, что способствует наилучшему развитию р
раскисления алюминием.

1 ч. 35 м. — 1 ч. 40 м. Забрасывается 52 лопаты бор
через все рабочие окна печи одновременно.

Первые порции алюминия сгорают почти мгновен
следние медленнее. Шлак значительно разжижается,
дит в круговое движение, так что огни горящего алю
плавают на шлаке. Шлак светлеет.

1 ч. 42 м. Промешивают ванну железными скребка
рез все рабочие окна одновременно. Шлак очень св
жидкий и спокойный.

1 ч. 45 м. Забрасывается еще 10 лопат боркалька. А
ний сгорает не сразу, что указывает на уже довольн
рошее раскисление шлака.

1 ч. 40 м. Первая шлаковая проба. Шлак темнозел
коричневатого цвета, слишком темен.

1 ч. 50 м. Пятая проба металла. Проба берется в ш
вый стаканчик. Сталь льется как масло, совершенно сп
ная и жидкая. Искры совершенно нет. Сталь застывает
совершенно спокойно, ложки не марает, слишком горя

1 ч. 52 м. Прибавляют 6 лопат боркалька.

1 ч. 55 м. Вторая шлаковая проба. Шлак светлоо
вый.

Всего дано около 250 *кг* смеси.

2 часа. Шестая проба металла. Металл все еще сли
горяч.

2 ч. 05 м. Седьмая проба металла. После выдержки п
ке остается небольшая лепешка, т. е. металл марает ло

Сталь готова к выпуску

2 ч. 07 м. В печь снова дают воздух и газ. Итого пе
ходилась без газа 44 мин.

2 ч. 15 м. Пробивается выпускное отверстие печи. Н
ся выпуск металла. В жолоб дается 200 *кг* ферроси
(45% Si); по показанию оптического пирометра Пир
температура струи стали в жолобе равна 1400°.

2 ч. 20 м. Ковш отводят от печи.

2 ч. 25 м. Заливка первой опоки. Температура струи
под ковшом в середине заливки по Пиропто равна 13

После выпуска плавки всего в ковше получено 3 600 *кг*
и следующего состава:
1,07% C, 0,69% Si, 12,3 Mn, 0,1% P и 0,016% S.
Угар марганца при этой плавке получился 9,45% от об-
го количества марганца, введенного ферромарганцем; со-
жание в шлаке марганца равно около 8,5% расход алю-
ия в порошке (с 10% извести) равно около 2% от веса
жидкой стали; разность между весом металлической
лки и весом металла в ковше дает угару около 6%;
углерода около 13% от веса углерода, внесенного фер-
рганцем.

Это один из хронометражей марганцовых плавок, выпу-
мых данным заводом; такой результат обычен на заводе
варке марганцовой стали, причем указанные условия вы-
ания углерода и марганца настолько постоянны, что мар-
овскому мастеру без затруднений всегда удается полу-
сталь нужного состава, с минимальным непопаданием в
диз.

Хронометраж на заводе „Серп и молот"

*Хронометраж ведения марганцовой плавки в 15-тонной
овной мартеновской печи № 5, работающей на мазуте, с
ной загрузки.*

Было загружено чугуна на 4000 *кг*, железного лома (мяг-
концы, отходы проката) 9000 *кг*; добавочных: 3000 *кг*
ромарганца, 320 *кг* ферросилиция (45%), всего загруже-
16 320 *кг*.

Завалка началась в 2 ч. 10 м. дня.

3 часа. Окончена завалка железа. Дали полный газ. В
и сильное клубящееся пламя: ничего не видно.

3 ч. 35 м. Начали посадку чугуна.

4 ч. 05 м. Завалка окончена. Дача в печь мазута и воз-
а доведена до максимума.

5 ч. 40 м. Ванна энергично закипела мелким кипом. Шлак
ольно жидкий.

5 ч. 45 м. Дали 30 лопат извести, в каждую крышку по
лопат. Одновременно дали по 5 лопат в каждую крышку
лезной руды (красный железняк). По всей поверхности
ны пошли сильные всплески.

5 ч. 50 м. Первая проба металла в угольник. Металл не-
олько густоват. Излом пробы покрыт мелкой сыпью, труд-
различимой.

5 ч. 55 м. Берется вторая проба, причем в зачерпнутый ь
жку металл бросается маленький кусочек алюминия для

успокоения металла и прекращения выгорания из
углерода, затем металл из ложки быстро выплескива
подставленную лопату, замачивается в воде, размель
особой ступке и отправляется в экспресслаборатори
лиз получается такой: 0,73% P, 0,44% Mn и 0,06% P

6 час. Ванна энергично кипит. Приступили к скач
шлака. После того как подставили первое корыто к ср
рабочему окну печи, в печь дали в каждое окно еш
лопат железной руды. Съемка шлака производилась с
тым газом. Шлак малиново-розового цвета (через си
ки), маслянисто пенящийся, средней густоты.

6 ч. 20 м. Окончено скачивание шлака.

6 ч. 23 м. Приступили к наводке нового шлака. С
порогов столкнули камень.

6 ч. 30 м. Третья проба металла в угольник. Излом
покрыт мелкой сыпью, но уже легко различимой. Со
ние углерода в металле примерно, судя по виду, 0,55
талл все еще немного холодноват.

6 ч. 35 м. Дали в каждое окно по 10 лопат извести
лопат железной руды.

6 ч. 45 м. Четвертая проба металла в угольник. П
ное содержание углерода по излому 0,35%. Шлак но
ный.

6 ч. 48 м. Дали еще по 3 лопаты руды в каждую к
Ванна бурно кипит.

6 ч. 50 м. Вторая проба на анализ в экспресслаборат
анализ такой: 0,25% C, 0,33% Mn и 0,03% P.

7 час. Пятая проба металла. Углерода примерно по
му 0,18%. В печь бросили 40 *кг* ферромарганца.

7 ч. 10 м. Шестая проба металла. Углерода при
0,09—0,10%. Металл горяч, шлак нормальный.

7 ч. 15 м. Начали кидать в печь мелкие куски ферр
ганца прямо в холодном виде. Всего кинули при
700 — 800 *кг*. Затем крупные куски ферромарганца пр
мощи посадочной лопаты начали ставить для подогре
пороги рабочих окон печи.

7 ч. 40 м. Нагретый на порогах ферромарганец пр
мощи вилки и скребка начали сталкивать в ванну п
редно с каждого порога.

7 ч. 45 м. Приступили к размешиванию столкнутого
талл ферромарганца при помощи железных ломов.

7 ч. 50 м. На пороге печи поставили оставшийся х
ный ферромарганец.

8 ч. 10 м. Последний ферромарганец столкнули в ва
хорошо перемешали железными ломами. Ферромар

не расплавился. Прибавили воздуха и мазута, во все
шки дали извести по 10 лопат.
ч. 25 м. Перемешали еще раз. Ферромарганец почти
чательно расплавился.
ч. 35 м. Доступ воздуха и мазута убавили наполовину.
еднему порогу дали лопатку мелкого ферросилиция для
кижения шлака, для удобства взятия пробы.
ч. 40 м. Первая проба металла после присадки ферро-
анца. Металл с минуту выдерживается в ложке, затем
вается в угольники. Металл горяч. Проба довольно вяз
разбилась с 15 сильных ударов кувалды. Доступ в печь
духа и мазута доводится до минимума.
ч. 45 м. Вторая проба марганцового металла. Проба
ть достаточно вязка и показывает хорошие качества
алла.
ч. 50 м. В ванну дается ферросилиций; раздробленный
елкие куски, величиной с кулак.
ч. 55 м. Ванну металла хорошо перемешивают железны-
ломами и дают кокс.
час. Третья проба марганцового металла. Проба пока-
ает хорошие качества металла.
ч. 10 м. Разбирается выпускное отверстие, и металл вы-
кается в литейный ковш.
Температура металла по жолобу по Пиропто равна 1415°.
алл получается следующего состава:
13,1% Mn, 1,23% C, 0,115% P, 0,014% S и 0,48% Si

Угар марганца при данной плавке получается около 16%
общего количества марганца, введенного в металл фер-
арганцем.
Такие результаты получаются при варке стали Гадфильда
заводе «Серп и молот» (Москва).

Расчеты

В этой главе нам хотелось бы привести несколько самых
ментарных расчетов, с которыми необходимо познако-
ься мастеру и сталевару, ведущим плавку марганцовой
ли. Допустим, у нас сорокачетырехтонная мартеновская
ь, в которой мы должны провести плавку марганцовой
ли.
Заданный анализ следующий:

% C, 2,5% Mn 0,5% Si, не более 9,12% P, не более 0,02% S.

Расчет I

Прежде всего, определим количество ферромарга
горое нам необходимо дать при шихтовке для марг
плавки, принимая ферромарганец следующего
72% Mn, 6% C, 0,4% P. Расчет можно вести несколь
тями, но мы выберем из них самый простой, дающи
приблизительную, но достаточную для практики
точности.

Практикой установлено, что средний выход ме
ковше (из печи) составляет 90—88%, т. е. угар п
плавке составляет 10%.

Следовательно, при весе металлической зав
44 000 *кг* вес металла, выпущенного из печи, будет р

$$\frac{44000 \cdot 90}{100} = 39\,600 \text{ кг};$$

узнаем, сколько марганца нужно ввести в указанно
чество металла, что оно содержало 12,5% марганца

$$\frac{12{,}5 \cdot 39\,600}{100} = 4950 \text{ кг},$$

таким образом, чтобы получить сталь с содер
12,5% Mn, нам необходимо ввести 4950 *кг* чистого ма
Этот марганец в ванну вводится ферромарганцем —
железа с марганцем, в котором чистого марганца все
т. е. каждые 100 *кг* ферромарганца, даваемые в ван
сут лишь 72 *кг* чистого марганца. Значит, ферром
нужно будет ввести не 4950 *кг*, а больше, именно:

$$\frac{4950 \cdot 100}{700} = 6500 \text{ кг}.$$

Но это еще все, 6 500 *кг* ферромарганца внесут
талл нужное нам количество марганца в том лишь
если бы не было угара марганца, при котором час
димого марганца окисляется и в виде соединения ма
с кислородом — закиси марганца — переходит в шла
падает для нас бесполезно. Процент угара марганц
сит, как мы уже выше указывали, от многих фактор
речислять которые мы здесь не станем, и практичес
условиях введения плавки, принятых на заводе «Сер
лот». Этот процент можно принять равным 17. Это
что из каждых введенных в ванну 100 *кг* марганца
дит в металл лишь 100 — 17 = 83 *кг*, а остальные

ляются и переходят в шлак. Таким образом с учетом
нам необходимо для внесения 4950 *кг* чистого маргам-
металл дать ферромарганца:

$$\frac{6500 \cdot 100}{83} = 7950 \text{ кг}.$$

На самом деле, количество необходимого ферромарганца
олько меньше, так как мы здесь не учли того обстоя-
ства, что в металле перед введением ферромарганца
ржится приблизительно 0,3% Mn. Если это так, то нам
но будет ввести не 7950 *кг*, а 7750 *кг* (расчета этого мы
не приводим), что составляет от общей металлической
лки:

$$\frac{7750 \cdot 100}{44000} = 17{,}6\%.$$

При даче ферромарганца нужно учесть и физическое со-
ние даваемого ферромарганца. При загрязненности его
большом проценте мелочи и пыли ферромарганца нуж-
давать несколько больше.

Выше мы уже говорили, что ферромарганец представляет
ой сплав железа с марганцем, — это в основной своей
е, но помимо этого ферромарганец содержит еще и дру-
примеси, как: углерод, фосфор, серу и др., так что при
нии марганцовой плавки следует большое внимание
ять и этим примесям, главным образом фосфору и уг-
роду. Каждый мартеновец знает, что фосфор является
дной примесью и направляет все свое внимание на борь-
с ним, но однако не каждый ясно себе представляет,
ему перед введением в печь ферромарганца фосфора в
алле бывает 0,04—0,03%, а в конечном продукте мар-
довой стали получается 0,10—0,12%, а иногда даже
ьше.

Для ясности приведем небольшой подсчет.

Расчет II

В предыдущем расчете мы приняли, что во взятом нами
ромарганце содержится 0,4% P. При даче в ванну 7750 *кг*
ромарганца (см. предыдущий расчет) они с собой вне-

$$\frac{0{,}4}{100} \cdot 7750 = 31{,}09 \text{ кг фосфора},$$

что по отношению ко всему количеству металла (30
составит:

$$\frac{31{,}09 \cdot 100}{39\,600} = 0{,}079^{0}_{0},$$

т. е. данный нами ферромарганец ввел почти 0,08%
ра. Если учесть, что в металле до дачи ферромарганц
примерно 0,03%, составляющих по отношению ко вс
личеству металла (вместе с ферромарганцем)

$$\frac{0{,}03}{100}\ (100 - 17{,}6) = 0{,}025^{0}_{0},$$

то окажется, что в конечном составе марганцовои ст
должны получить:

$$0{,}079 + 0{,}25 = 0104\ \%\ \text{P},$$

что в действительности и получается.

Эти вводимые в металл ферромарганцем 0,08% P
ны быть учтены каждым сталеваром.

Так как после присадки в металл ферромарганца
рание фосфора и переход его из металл в шлак поч
не происходят, перед тем как вводить в металл фер
ганец, металл должен быть как можно чище по фо
т. е. содержать в себе последнего не больше 0,02 —
и за все время ведения марганцовой плавки шлак
быть густым и содержать в себе значительныи и
извести.

Расчет III

Как мы уже выше указывали, до введения в плавк
ромарганца металл следует доводить до содержания
рода в 0,08 -0,1%. В конечном же анализе маргап
металла мы имеем 0,8—1,2% С. В чем же дело? След
небольшой подсчет поможет дать ответ на этот вопр

Во вводимом в металл ферромарганце содержитс
мы указывали (см. расчет I), 6% С. После дачи фер
ганца углерод почти совершенно не выгорает и весь
ся в металле. Посмотрим, сколько же углерода ввод
ферромарганцем. 7750 *кг* ферромарганца вносят ч
углерода

$$\frac{7750 \cdot 6}{100} = 465\ кг,$$

составляет по отношению ко всему количеству металла,
ускаемому из печи (39 600 *кг*),

$$\frac{465 \cdot 100}{39600} = 1{,}18^{0}_{0}.$$

Таким образом ферромарганец вводит в металл 1,18%
рода. Кроме того в металле содержится до дачи ферро-
ганца 0,1% углерода, что по отношению ко всему коли-
тву металла составит

$$\frac{0{,}10}{100}\ (100 - 17{,}6^{1}) = 0{,}08^{0}_{0};$$

им образом всего в конечном составе марганцового ме-
а будет 1,18 + 0,08 = 1,26 С.[2] Фактическое содержание
рода будет несколько ниже, так как хотя и незначитель-
но все же происходит окисление углерода из ферро-
ганца, особенно во время нагревания и расплавления
ромарганца. Из этого расчета нам ясно, какое большое
чение оказывает на содержание углерода в марганцовой
ли содержание его во вводимом ферромарганце. Жела
ьно в марганцовой стали иметь минимальное содержание
рода (0,8—1,0%), следовательно, при подборе ферро
ганца для марганцовой плавки нужно особое внимание
ащать на содержание в ферромарганце углерода.

Для плавки следует выбирать всегда такой ферромарга-
, который на каждый процент содержащегося в нем мар
ца содержал бы минимальное количество углерода.

Расчет IV

Когда мы определили, сколько нам нужно ввести в печь
ромарганца и ферросилиция, можно определить коли-
тво основной металлической завалки - чугуна и железа:

[1] 17,6 — это количество введенного ферромарганца на 100 *кг* метал-
ческой завалки, а (100 — 17,6) металлической завалки без ферро-
ганца.

[2] Этот процент угара углерода может доходить до 10 от общего со-
жания углерода в ферромарганце. В таком случае в металле мы полу-
не менее 1,26% С, а

$$\frac{1{,}26 \cdot 90}{100} = 1{,}14^{0}_{0}\ \text{C},$$

цент углерода, обычно получаемый на практике.

Расчет ферросилиция читатель должен сделать самостоятельно. На
онную плавку дается 450 — 500 *кг* ферросилиция.

она будет равна $44\,000 - (7750 + 500) = 35\,750$ *кг*. нам остается определить сколько из этих 35 750 к дать чугуна и сколько железа.

На практике обычно таких точных расчетов на делается, потому что процент дачи чугуна зависит многих причин, учесть которые расчетом чрезвычай но. Основные из этих факторов следующие:

1. Тепловая мощность печи и степень ее износа.
2. Продолжительность завалки и скорость плавле
3. Качество мазута и давление воздуха.
4. Качество железного лома. Если железный ло жит в себе много углерода, то чугун можно давать тов на 5 меньше; если в качестве лома употребляе кое железо, то чугуна нужно давать больше. Кро нужно всегда обращать внимание на степень окисл железного лома: если он очень ржавый (например кровельное железо), чугуна следует давать больше.
5. Качество чугуна. Если чугун горячий, соде много кремния и марганца, его можно давать меньш оборот.

В силу указанных причин сталевару и мастеру п приходится при назначении шихты каждый раз пр к расчетам, а шихта назначается на основании практ данных работы печи и качества шихты.

Здесь же мы приведем самый простой расчет не мого количества чугуна по количеству углерода, что нить общие принципы шихтовки и чтобы при случа вар мог таким простым расчетом проверить прави шихтовки.

Как мы уже говорили выше, при шихтовке необ обеспечить в шихте такое количество углерода, чт расплавлении металла в нем было на 0,7—0,9%, в с на 0,8% С, большем чем в конечном составе металла шем случае до дачи ферромарганца). Эти 0,8% С, уже указывали, должны обеспечить нормальный пер пения ванны и необходимый нагрев металла.

Таким образом к моменту расплавления мы должны в металле $0{,}1 + 0{,}8 = 0{,}9\%$ С. Из практики известно, время завалки и плавления выгорает примерно от 25 д всего количества углерода. Этот процент в большой с зависит от продолжительности завалки и плавлени дольше эти периоды, тем этот процент выше. Кроме т зависит и от состава шихты: чем более окислена ших при прочих равных условиях процент угара углерода больше, и, наконец, — от состава чугуна: чем больш

кремния и марганца, тем меньше выгорает углерода, как во время расплавления будут гореть главным обра- кремний и марганец, углерод же при достаточном ко- стве этих примесей в чугуне будет гореть сравнительно ачительно. Таким образом при общей завалке (чугуна елеза) в 35 750 *кг* в ней должно содержаться

$$\frac{35750 \cdot 0{,}9}{109} = 322 \text{ кг С.}^1$$

Но это количество углерода нам еще недостаточно. Здесь предусмотрен угар углерода во время расплавления, при- ый нами в 35%. Учтя угар, мы получаем, что из каждых *кг* углерода, содержащихся в шихте во время завалки, оменту расплавления остается $100 - 35 = 65$ *кг*, а остальные 35 *кг* угорают. Значит, чтобы к моменту расплавления учить в металле 322 *кг* углерода, нам нужно иметь в за- ке не 322 *кг*, а во столько раз больше его, во сколько больше 65, т. е. кругло

$$\frac{322 \cdot 100}{65} = 500 \text{ кг.}$$

Этот углерод в основном вводится чугуном. Содержание ерода в передельном чугуне, нормально употребляемом мартеновской плавки, составляет 3,5—4%, в среднем 5%. Содержание углерода в железной части шихты при м равным 0,2%. Если бы вся шихта состояла из железной сти, то она внесла бы

$$35\,750 \frac{0{,}2}{100} = 71{,}4 \text{ кг}$$

лерода, а остальные $50 - 71{,}4 = 428{,}6$ *кг* должны быть до- влены чугуном. Каждый килограмм чугуна вносит угле- да больше, чем каждый килограмм железа на

$$\frac{3{,}75 - 0{,}2}{100} = 0{,}0355 \text{ кг.}$$

Таким образом нам нужно в шихту дать столько кило- аммов чугуна, сколько раз 0,0355 содержится в 428,6. Это ставит

$$\frac{428{,}6}{0{,}0355} = 12\,100 \text{ кг.}$$

[1] Так как этот расчет приблизительный, то здесь для простоты расче- не принято во внимание некоторый угар шихты во время расплав- ния.

В результате указанного подсчета мы получае
35 750 *кг* общей завалки в 12 100 *кг*, или

$$\frac{12\,100}{35\,750}\,100 = 33{,}9\%$$

составляет чугун, а остальные

$$35\,750 - 12\,100 = 23\,650,$$

или

$$100 - 33{,}9 = 66{,}1\%$$

железная часть шихты. На практике в печи в серед
пании при среднем качестве шихты дается чугуна
35%, т. е. тот процент, который мы и получили.

Расчет V

Выше мы говорили, что шихту нужно составлят
образом, чтобы общий процент марганца в шихте
лял 1,5.

В нормальном передельном чугуне содержание
ца можно принять равным 2,0%. В железной част
процент марганца можно принять равным 0,4.

Подсчитаем, какое количество зеркального чугун
дать вместо чугуна, чтобы довести процент марганца
го до требуемого при подсчитанном нами составе

В 35 750 *кг* шихты должно содержаться марганца

$$35\,750\,\frac{1{,}5}{100} = 536\ кг.$$

12 100 *кг* чугуна вносят

$$12\,100\,\frac{2}{100} = 242\ кг;$$

23 650 *кг* железа вносят

$$23\,650\,\frac{0{,}4}{100} = 94\ кг,$$

а всего

$$242 + 94 = 336\ кг.$$

Значит, зеркальным чугуном нужно внести

$$536 - 336 = 200\ кг.$$

одержание марганца в зеркальном чугуне составляет
ерно 17%, т. е. замена 1 *кг* чугуна зеркальным чугуном
ит дополнительно

$$\frac{17 - 2^1}{100} = 0{,}15\ кг.$$

аким образом, чтобы в виде зеркального чугуна взамен
ельного внести требуемые 200 *кг* марганца, нам потре-
ся

$$\frac{200}{0{,}15} = 1350\ кг$$ зеркального чугуна

$$\frac{1350}{35750}\,100 = 3{,}5\%$$ зеркального чугуна,

едельного в таком случае потребуется

12 100 — 1 350 = 10 750 *кг*, или 33,9 — 3,5 = 30,4%.

аким образом подсчитанный нами состав шихты буде
ующим:

	кг	%
Чугуна передельного	10 750	24,4
» зеркального	1350	3,0
Железного лома	23 650	53,8
Ферромарганца	7750	17,7
Феррсилиция	500	1,1
	44000	100

В заключение мы приводим инструкцию по выплавке
ганцовои стали, разработанную на заводе «Серп и
от».

Инструкция по производству марганцовой
али Гадфильда на заводе „Серп и молот"

Марганцовая сталь отличается повышеннои вязкостью и
ьшой сопротивляемостью на истирание. Эта сталь при-
яется для изготовления различных деталей, подвержен-
сильному истиранию, как-то: стрелок, крестовин, частей
г, экскаваторов, жерновов, камнедробилок, шаровых
ьниц и пр.

2% марганца содержится в чугуне.

Состав стали:

0,85 — 1,4% C, до 0.12% P,
10,5 — 14,5% Mn, до 0,03% S и 0,3 — 06 % Si

При составлении шихты для марганцовой стали димо учесть, что примерно 15—17% всей завалки со ферромарганец (70—75%), поэтому в завалку долж дано 83—85% нормальной садки.

Закрывание отверстий

Ввиду того что при обычном методе закрывания стия обожженным доломитом оно с большим трудо бивается, под марганцовую плавку оно должно быть то со стороны печи смоченной хромистой рудой, а роны жолоба подбиваться глиной и шамотом.

Завалка

I. При нормальной подине порядок завалки следу на подину дается известковый камень, затем, загру вся железная часть шихты и после некоторого прож (20—30 мин.) — весь чугун.

2. Железная часть шихты не должна содержать ку, скрапа и легированных отходов и должна быть по фосфору. Стружку и скрап (засоренные шлаком нельзя давать из-за неопределенности угара и ности, в связи с этим, подсчитать потребное количество

3. Чугун подбирается возможно чистый по фо Нормальным составом чугуна следует считать следу 1,5—2,5% Mn, не выше 0,12% P и не выше 1,2% Si.

Содержание серы в чугуне особого значения не им

4. Шихта составляется с таким расчетом, чтобы сод ние углерода по расплавлении было 0,7—0,9%, а рас содержание марганца в шихте около 1,5%.

При обычном покупном ломе и нормальном переде чугуне это соответствует примерно 33—35% чугуна. чина эта меняется в зависимости от степени изношен печи и хода завалки.

5. В случае недостаточного количества марганца в те, таковой регулируют дачей в завалку зеркального ч или марганцовых отходов из расчета, что 1% зеркал чугуна вводит 0,15—0,18% Mn и 1% марганцовых отхо 0,10—0,12% Mn.

. Количество известняка, даваемого в завалку, должно нтировать наличие после расплавления достаточного ко- ества хорошо разработанного шлака, так как наводка ка непосредственно перед скачиванием его затрудняет ивание, затягивает процесс и повышает процент расхода сти.

Кроме того малая дача флюса в завалку влечет за собой остаточное освобождение металла от вредных примесей, как шлак оказывается к моменту расплавления недоста- но основным.

Количество даваемого в завалку известняка должно быть мерно 6% от всей металлической завалки.

При наличии извести целесообразно давать ее вместо из- тняка в количестве до 4,5%.

авление и кипение

. Во время плавления как и во время завалки необхо- о использовать полную термическую мощность печи, я за состоянием распыливающего воздуха и равномер- нагреванием камер. Процесс плавления должен быть веден быстро, так как удлинение его ухудшает качество алла.

2. В конце периода плавления, не ожидая его окончания густом шлаке, следует начинать разжижать его плави- ым шпатом до консистенции, требуемой для нормально- скачивания.

3. После полного расплавления металла (с подины совер- нно не «вырабывает») и взятия первой пробы для экс- ссанализа на углерод, марганец и фосфор приступают к чиванию шлака.

4 Для возможно полного удаления фосфора обязатель- производится скачивание шлака при любом содержании в первой пробе. Шлак, как правило, скачивается пени- м, достаточно окисленным (железистым) и холодным, как только такой шлак гарантирует освобождение ме- ла от фосфора.

5. Перед каждым корытом шлака дается руда, и после иминутной выдержки (с газом) газ закрывается и шлак чивается. Желательно, чтобы шлак шел в корыто само- ом, для чего перед завалкой возможно ниже подламы- тся средний порог.

6. Возможно более полное удаление фосфора при изго- лении марганцовой стали особенно важно потому, что аемый в печь ферромарганец содержит фосфора 0,30—

0,40%, полностью остающегося в металле. Кроме т
ду процесса фосфор может восстановиться на ш
7. После съемки шлака берется проба на экспре
причем содержание фосфора в этой пробе должн
более 0,04%. Затем, дачей извести заводится новый
торый не должен заглушать кипения ванны. Дл
освобождения металла от газов ванна все время д
ходиться в состоянии хорошего кипа, и выгорание
в первую половину периода кипения должно бы
0,08% в 10 мин. Скорость эта регулируется дачей
обработкой шлака.

8. Содержание марганца в металле во все время
не должно быть ниже 0,35%. Недостающее колич
вводится добавкой из расчета, что 100 *кг* Mn вводя
печи (38 *т* завалки) примерно 0,20% (без угара).

Угар же марганца зависит от температуры ме
держания углерода и окисленности ванны. Степень
ности необходимо связывать со временем послед
руды.

9. После достижения ванной 0,35% С категори
прещается давать руду, и ванна должна кипеть при
меньше 1 часа, т. е. скорость выгорания углерода в
риод должна быть 0,05—0,03% в 10 мин. Скорость
гулируется обработкой шлака.

10. Начиная с содержания 0,15% С шлак постепе
щается, с тем чтобы перед дачей FeMn при 0,08—
иметь хорошо разработанный шлак, несколько более
чем при нормальных плавках мягкого металла.

11. Металл перед дачей FeMn должен быть доведе
держания 0,08—0,10% С, не ниже 0,35% Mn и
0,02% P.

12. Если по каким-либо причинам металл доведен
кой степени мягкости, что кип прекратился или б
этому, необходимо перед дачей FeMn подсадить зер
чугун для возбуждения кипа, так как чрезмерно мяг
талл в условиях мартеновской печи неизбежно б
чрезмерно окисленным.

Дача ферромарганца и выпуск

1. Ферромарганец для стали Гадфильда подбир
содержанием не ниже 70% марганца и не выше 7% у
(последнее во избежание образования большого кол
карбидов и повышенного углерода в стали) в кусках
ней величины. Наличие марганцвой мелочи и пыли
пускается.

ферромарганец дается 15—17% от всей металлической
ки (включая и FeMn) на основании расчета, что это ко-
тво введет примерно 13,5—14% чистого марганца, и
чете угара марганца в мартеновской печи 15%, дает
анца в металле 11,5—12%.

ферромарганец дается во все три окна примерно по
й трети всего количества в каждое. В крайние крышки
дается мульдой и сваливается на откосы, чтобы, про-
ясь, он постепенно стекал в ванну.
ставшаяся треть дается с садочной лопаты и равномер-
ассыпается на подине.

С целью предохранения ванны от излишнего окисле-
и поглощения газов после посадки FeMn принимаются
ующие меры:
вся ванна покрывается слоем извести, так чтобы не
непокрытых известью мест;
после дачи извести вся поверхность ванны покрывает
елким коксом;
убавляется воздух, и процесс ведется на возможно
мутном пламени.

оследние условия следует применять после того, как
несколько проплавится (минут через 20—30 после кон
осадки) и еще предохраняет металл от излишнего пере-
а, к которому марганцовая сталь чрезвычайно чувстви
на вследствие низкой температуры плавления.

После некоторого проплавления FeMn через 20—
ин., после конца посадки его приступают к размешива-
ванны железными прутами через все окна, стремясь под-
и разбить могущие образоваться комья FeMn с целью
омерного распределения по ванне.

Берется литая проба металла, причем если шлак чрез-
о густ, то предварительно под пробу дается несколько
т FeSi. Металл выдерживается в ложке до появления
ых признаков застывания, после чего сливается в уголь-

ризнаком доброкачественности металла является доста-
ая вязкость его при разбивании кувалдой после завалки
й пробы в холодной воде.
емпература металла в ложке не должна превышать
по пиропто.

Для раскисления шлака и металла в ванну дается
FeSi в количество 100 *кг* на тонну всей завалки (вклю-
и FeMn) и по прошествии 20—25 мин. вся ванна пере-
ивается железными ломами и покрывается местами
ом.

После дачи FeSi необходимо особенно внимате
блюдать за тем, чтобы не допустить перегрева мет
как FeSi сам по себе способствует повышению тем
ванны. Газ держат мутным, а в случае перегрева с
но прекратить на некоторое время его доступ.

8. Берется литая проба и в случае нормального
приступают к выпуску металла. Если проба ока
хрупкой, что бывает чаще всего следствием перегр
сыщенности газами или высокого содержания Mn,
вом случае необходимо принять меры к остужива
талла.

Необходимо твердо помнить, что марганцов
чрезвычайно трудно и очень редко поддается испр
поэтому для получения металла нужных качеств н
мо с самого начала процесса следить за правил
ведением.

9. Так как даже после дачи FeSi шлак бывает ч
густым вследствие сильной его основности и боль
держания окислов марганца, необходимо разжижить
виковым шпатом. Для этого же дают в печь нормал
и воздух.

10. К выпуску металла у отверстия должны быт
товлены баллон с кислородом, резиновый рукав и
для прожигания отверстия на случай невозможно
бить его ломом («ломиком»).

11. По ходу металла даются в жолоб добавочн
FeSi на тонну завалки и 0,5 *кг* Al на тонну, причем
дается FeSi, а потом Al, добавочные даются после
металл заполнит примерно ¼ ковша.

12. Ввиду того что марганцовый металл в
своей жидкоподвижности может подтекать в отвер
перекрытии его обычным способом и ввиду большо
обычного густоты шлака, чтобы избежать замазыв
верстия, дается на отверстие одна-две коробки к
перерыва струи. К выпуску марганцовой плавки кам
жен быть приготовлен на стеллаже.

Разливка стали

1. Марганцовая сталь вследствие относительно
кой температуры чрезвычайно медленно разъедает
ное отверстие при выходе из печи, поэтому первые
металла, попадающие на дно ковша, холодны и обра
нем поддон различной толщины. Так как марганцов
чрезвычайно плохо проводит тепло (примерно в

углеродистой стали), образовавшийся поддон очень
нно рассасывается и может приморозить пробку к ста-

ия избежания этого в ковше, подаваемом под маргано плавку, должен быть установлен стакан на 40 *мм* вына ковша. Стакан и пробки шамотные. Диаметр отверстакана 35—40 *мм*.

В случае примерзания пробки к выпуску марганцовой ки должен быть подготовлен запасной ковш для переплавки.

В зависимости от температуры металла, по указанию скающего мастера может быть допущена выдержка лла в ковше до 12—15 мин., с тем чтобы температура ивки понизилась до 1370—1385° для слитков и до 1335— для фасонного литья.

Марганцовая сталь разливается в 300 *кг* изложницы. жницы должны быть хорошо очищены и выкрашены ой или лаком.

Разливка должна производиться без заворотов, чтобы жать плен, дающих в прокате повышенный брак.

Так как марганцовая сталь склонна давать большую ку, а в силу производственных условий завод вынужден ивать ее в изложницы без прибылей, необходимо в конотливки каждого сифона производить подкачку слитков.

К съемке изложниц приступают через 30 мин. после чания разливки, раздевая слитки в порядке наливания онов.

Оглавление

От редакции . . . . . .

Глава I

1. Общие сведения о марганцовой стали . . . . . .
2. Метод производства марганцовой стали . . . . . .
3. Развитие производства марганцевой стали на заводе „Серп и мо́лот“ . . . . . .

Глава II

1. Шихта и шихтовка марганцовой плавки . . . . . .
2. Подготовка печи к плавке . . . . . .
3. Завалка . . . . . .
4. Плавление . . . . . .
5. Скачивание шлака и кипение . . . . . .

Глава III

1. Введение ферромарганца . . . . . .
2. Расплавление ферромарганца . . . . . .
3. Взятие пробы . . . . . .
4. Раскисление . . . . . .

Глава IV

1. Разделка выпускного отверстия и выпуска плавки . . . . . .
2. Разливка марганцовой стали . . . . . .

Глава V

1. Метод плавки марганцевой стали на одном крупном европейском заводе . . . . . .
2. Хронометраж плавки . . . . . .
3. Хронометраж плавки на заводе „Серп и молот“ . . . . . .
4. Расчеты (I — V) . . . . . .
5. Инструкция по производству марганцовой стали на заводе „Серп и молот“ . . . . . .

НКТП — СССР

ственное Научно-техническое изд-во по черной и цветной металлургии

АЛЛУРГИЗДАТ

Открыта подписка на 1934 год на журналы

по черной и цветной металлургии

„АЛЛУРГ“

ВНИТО металлургов

черов в год

сная цена: на год—20 р., на —10 р. Цена отд. №—2 р.

редакции: Ленинград „21“, Сосновку, 1/3.

„КАЧЕСТВЕННАЯ СТАЛЬ“

орган Всесоюзного объединения качественных и высококачественных сталей и ферросплавов СПЕЦСТАЛЬ

6 номеров в год.

Подписная цена: на год — 12 р., на 6 мес.—6 р. Цена отд. № — 2 руб.

Адрес редакции: Москва, Центр, Блюхеровский пер., 6.

ЕЙНОЕ ДЕЛО“

л-картотека, орган ВНИТО щиков

меров в год

сная цена: на год—12 р., на —6 р., цена отд. №—1 р. 20 к.

ртотеку: на 1 г.—15 р., на 6 м.— 0 к. Цена отд. №—1 р. 50 к.

редакции: Москва, Ветошный, 2-я линия, 2-й этаж, пом. 135, 91-88.

„ЛИТЕЙЩИК“

массовый рабочий технический журнал ВНИТО литейщиков

10 номеров в год

Подписная цена: на год—4 р., на 6 мес.—2 р.

Цена отдельного №—40 к.

Адрес редакции: Москва, Ветошный, Гум, 2-я линия, 2-й этаж, пом. 135, тел. 91-88.

ИСКУ НА ЖУРНАЛЫ И ДЕНЬГИ НАПРАВЛЯЙТЕ по адресу: Москва, Центр, нка, проезд Владимирова (Юшков пер.), 4, Главной конторе периодих и подписных изданий ОНТИ „Техпериодика“.

ИСКА ПРИНИМАЕТСЯ: отделениями, магазинами и уполномоченными И, снабженными соответствующими удостоверениями, общественными щиками подписки на предприятиях, всеми магазинами и отделениями Иза, всеми почтовыми отделениями и письмоносцами.

34 г. все журналы экспедитируются по ярлычной (адресной) системе.

иска меньше чем на 3 месяца не принимается.

ОНТИ—НКТП—СССР

Государственное Научно-техническое изд-во по черной и цветн

МЕТАЛЛУРГИЗДАТ

Открыта подписка на 1934 год на журналы по черной и цветной металлургии

„РЕДКИЕ МЕТАЛЛЫ"

орган Союзредмет и Гиредмет

6 номеров в год.

Подписная цена: на год—9 р., на 6 мес.—4 р. 50 к.

Цена отдельного номера—1 р. 50 к.

Адрес редакции журналов Цветной Металлургии: Москва, Центр, Пушечная, 9, телеф. 1-45-15.

„ЛЕГКИЕ МЕТАЛЛЫ

орган Главалюминия

10 номеров в год.

Подписная цена: на го
6 мес.—4 р. 50 к.

Цена отдельного номера—

„ЦВЕТНЫЕ МЕТАЛЛЫ"

орган Главцветмета, ВНИТО цветников и научно-исследовательских и проектирующих институтов цветной и золото-платиновой промышленности.

10 номеров в год.

Подписная цена: на год—20 р., на 6 мес.—10 р.

Цена отдельного номера—2 р.

„УРАЛЬСКАЯ МЕТАЛ

научно-технический и пр
ный журнал объединени
сталь" и Уральского М
ского института им. И.

10 номеров в год.

Подписная цена: на го
6 мес.—7 р. 50 к.

Цена отдельного номера—

Адрес редакции: г.
ул. 8 марта, Деловой двор

ПОДПИСКУ НА ЖУРНАЛЫ И ДЕНЬГИ НАПРАВЛЯЙТЕ по адресу: Мо
Ильинка, проезд Владимирова (Юшков пер.), 4, Главной конто
ческих и подписных изданий ОНТИ „Техпериодика".

ПОДПИСКА ПРИНИМАЕТСЯ: отделениями, магазинами и уполно
ОНТИ, снабженными соответствующими удостоверениями, об
сборщиками подписки на предприятиях, всеми магазинами и
КОГИЗа; всеми почтовыми отделениями и письмоносцами.

В 1934 г. все журналы экспедитируются по ярлычной (адресной)

Подписка меньше чем на 3 месяца не принимается.

669.1
K17

И. Г. КАЛИНИН
А. В. ЛУКАШЕВ

производство марганцовой стали

1933